

北太平洋に分布するヨシキリザメの年齢と繁殖  
および回遊に関する生態学的研究

中野秀樹\*

Age, reproduction and migration of blue shark  
in the North Pacific Ocean

Hideki NAKANO

**Abstract**

The life history of blue shark is discussed, including age, growth, reproduction and migration. Age and growth of blue shark embryos to adults were analyzed using length frequency data and vertebra samples. Using the values of modes from the length frequency distribution and calculated length from the rings of vertebrae, a von Bertalanffy growth curve was estimated for each sex. The measurements of reproductive organs were used for analyzing size at maturity and reproductive cycles of blue sharks. The males and females reach maturity at a body length of 130 to 160 cm and of 140 to 160 cm, respectively. The biology of blue shark pregnancy is described. The migration of blue sharks in the North Pacific is explained analyzing sex ratio in each area, distribution of each sex, and length class data from 29,161 blue sharks. Based on these observations, a schematic blue shark migration model was made in the North Pacific.

**Summary**

The blue shark (*Prionace glauca* L.) is a large pelagic shark that attains more than 3 m in length. It is cosmopolitan, appearing in tropical to temperate oceans around the world and is frequently a bycatch in Japanese longline and driftnet fisheries. Blue sharks are believed to have a large biomass near the subarctic boundary in the Pacific. Therefore, blue sharks might be one of the key species in the pelagic ecosystem, and it is important and necessary to study their ecology and life history in order to understand the pelagic ecosystem and to provide a basis for rational management of blue shark stocks in the future.

The life history of blue shark is discussed, including age, growth, reproduction and migration using data from high seas salmonid surveys by driftnet, large mesh driftnet, shark longline and tune

---

1994年3月7日受理 遠洋水産研究所業績 第312号

\* 遠洋水産研究所 (National Research Institute of Far Seas Fisheries; 7-1, Orido 5-Chome, Shimizu, 424 Japan)

longline studies. The high seas salmonid surveys were carried out by Hokkaido University and the Fishery Agency of Japan. Large mesh driftnet and shark longline research were conducted by the Japan Marine Resources Research Center (JAMARC). Tuna longline research was carried out by Tokyo University using fishery high school vessels. Some biological samples and data were collected by the author as part of the high seas salmonid surveys and Large mesh driftnet research. The data collection spanned 11 years during which 105,600 blue sharks were caught and examined.

## 1) Distribution

The blue shark had a high relative abundance area from 35°N to 45°N latitude that seasonally moved north and south between the subtropical and subarctic boundary in the north Pacific. Also, high CPUE areas with sea surface temperatures (SST) ranges from 14° to 18°C were found in the high seas salmonid surveys and large mesh driftnet studies. In subtropical shark longline areas, located south of the driftnet research areas, the CPUE is high at SST ranging from 17° to 24°C. In such areas, water temperature ranges at depths of 50 m and 100 m were similar to the SST range of high CPUE areas identified by the driftnet research. From this data, it appears that blue sharks shift their habitat to deep, cooler water in the longline area, located in the south.

## 2) Age and Growth

Age and growth of blue shark was analyzed from embryos to adults using length frequency data and vertebra samples. Pregnancy lasts about one year, and size at birth is about 36 cm body length (precaudal length) judging from the monthly length frequency histograms, which includes embryos and young sharks of less than 70 cm. Growth was estimated by fitting Gaussian curves to quarterly length frequency data of male and female blue sharks. Growth is very easy to follow in both sexes up to four years of age. Vertebrae centrum were stained with silver nitrate, then rings in the centrum were used for age determination. Ring diameter was measured from the focus of the centrum to outer edge of rings. Ring diameter was similar in each age group. After comparison with length frequency modes, it is believed that rings are formed in the late summer to winter period.

Using the values of modes from the length frequency distribution and calculated length based on rings diameter, a von Bertalanffy growth curve was estimated for each sex. The equations for females and males are as follows :

$$\text{Female : } Lt = 243.3 (1 - e^{-0.144 (t - (-0.849))})$$

$$\text{Male : } Lt = 289.7 (1 - e^{-0.129 (t - (-0.759))}),$$

where Lt = Length in cm at age t and t is age in years. The parameter estimates were very similar to those obtained in previous studies for blue shark from the north Pacific that used vertebrae and to those obtained data from the Atlantic. Using vertebrae and length frequencies.

### 3) Maturity and Reproductive cycle

Reproductive organ measurements were used for analyzing size at maturity and reproduction cycles of blue sharks. To determine size of males at maturity, testis weight, total gonad weight (including epigonal organ), clasper length, calcification of clasper and presence of sperm were examined. Clasper development data, shows that males reach maturity at a body length of 130 to 160 cm.

To determine size of females at maturity, ovary weight, total gonad weight, maximum ovarian ova, the length and width of the shell gland, uterus width, and length frequency of pregnant females were examined. Large uterus width was observed in individuals over 140 cm in body length. Pregnant females also appeared at this length, while individuals that narrow uterus width occurred at lengths to about 160 cm. Therefore, females were considered to reach maturity at lengths between 140 and 160 cm. Growth equations indicated age at maturity was 4 to 5 years old for males and 5 to 6 years old for females.

Reproductive cycle was analyzed by seasonal changes of the gonadosomatic index [  $GSI = 100 \times (\text{ovary or testes weight}) / (\text{body weight})$  ] and total gonadosomatic index [  $TGSI = 100 \times (\text{total gonad weight}) / (\text{body weight})$  ] for each sexes, and seasonal changes of diameter of maximum ovarian ova in females. It is believed that mating and fertilization occur in early summer based on these observations.

### 4) Biology of Pregnancy

Blue sharks are viviparous. The biology of pregnant blue sharks was described using the data from 669 pregnant females and 14,282 embryos. It was observed that a litter of blue sharks ranged from one to 62, averaging 25.6. The sex ratio of embryos in each female were 1 : 1 ( $p < 0.05$ ). The correlation between pregnant female body length and litter size was not significant. Embryo body lengths less than 10 cm were recorded in June and July in the equatorial areas. Embryo body lengths had reached larger than 30 cm in the northern area by the following May and June. Thus, it is concluded that conception occurs near equatorial waters. Following mating in lower latitudes, the females migrate northward, and the young are born in the north areas, between about 30°-40° N latitude, in the following year.

### 5) Migration

The migration of blue sharks in the north Pacific was examined by analyzing sex ratios in each area, distribution of each sex, and length frequency data from 29,161 individuals. The chi-square tests for sex ratio of each research area in the northern Pacific indicated significant differences in

38 of 52 areas. Females dominate in waters adjacent to Japan throughout the year and in areas near the subarctic boundary in summer. Males were dominant in waters south of the subarctic boundary.

Analyses of CPUE calculated by sex, by 5°x 5° area, and by 50 cm length intervals show that males and females less than 50 cm appeared in the narrow area between 35° to 45°N. Individuals of both sexes with body length of 50 to 100 cm appeared in an overlapping, slightly wider area. In the body length range of 100 to 150 cm (sub-adult stage), the males and females were segregated, with females appearing mainly in the area between 40° and 50°N, and males between 30° and 40°N. Sharks larger than 150 cm (adult stage) of both sexes appeared further south, however they were not usually found in the same 5°x 5° areas.

On the basis of these observations, a schematic blue shark migration model was developed for the north Pacific. Parturition occurs in early summer on the nursery ground located at 30° to 40° N. Age 2 to 5 years old females generally move northward, while 2 to 4 year old males generally move southward. Adults mainly occur from equatorial water to the south of the nursery area at 40°N. Mating occurs in early summer at the 20° to 30°N area, and pregnant females migrate to parturition grounds by the next summer. The reason for sexual segregation of subadult sharks is thought to be an adaptation for subadult females to avoid the danger associated with male mating behavior (biting at females). Separation of the nursery ground from the adults habitat avoids predation on pups by adult sharks. Also, it is reasonable that the parturition and nursery grounds are located in the subarctic boundary where there is a large prey biomass for young sharks.

## 目 次

序 論 .....	148
第1章 ヨシキリザメの分布 .....	149
1 材料と方法 .....	149
(1)各調査の概要および採集方法 .....	149
i)さけ・ます調査用流し網による調査 .....	149
ii)大目流し網による調査 .....	149
iii)サメ延縄による調査 .....	149
iv)マグロ延縄による調査 .....	149
(2)調査資料 .....	153
i)漁獲調査資料 .....	153
ii)海洋観測資料 .....	153
2 ヨシキリザメの分布 .....	154
(1)漁獲物魚種組成 .....	154
i)大目流し網調査 .....	154
ii)サメ延縄調査 .....	154
(2)ヨシキリザメC P U Eの水平分布 .....	154
i)さけ・ます調査用流し網調査 .....	154
ii)大目流し網調査 .....	154
iii)サメ延縄調査 .....	154
iv)マグロ延縄調査 .....	154
(3)C P U Eと水温との関係 .....	156
i)さけ・ます調査用流し網および大目流し網調査 .....	156
ii)サメ延縄調査およびマグロ延縄調査 .....	156
3 考 察 .....	161
第2章 ヨシキリザメの年齢と成長 .....	162
1 材料と方法 .....	162
(1)出生時期および出生体長 .....	162
(2)体長組成からみた成長の推定 .....	162
(3)脊椎骨輪紋を用いた成長の推定 .....	164
(4)成長式 .....	164
2 結 果 .....	164
(1)出生時期および出生体長 .....	164
(2)体長組成からみた成長の推定 .....	164
(3)脊椎骨輪紋を用いた成長の推定 .....	165
(4)輪紋形成時期の検討 .....	170

(5) ヨシキリザメの成長式の推定 .....	170
3 考察 .....	170
第3章 ヨシキリザメの成熟	
1 材料と方法 .....	173
(1) 生物測定資料 .....	173
(2) 組織学的調査 .....	174
2 生物学的特性値 .....	175
(1) 体長-体重関係 .....	175
(2) 体長-肝臓重量の関係 .....	175
3 雄の成熟 .....	176
(1) 精巣の発達 .....	176
(2) 成長にともなう精巣重量の変化 .....	177
(3) 交接器長 .....	177
(4) 体長階級区分からみた精液保有頻度 .....	177
4 雌の成熟 .....	177
(1) 卵巣の発達 .....	177
(2) 卵殻腺長および卵殻腺幅 .....	179
(3) 子宮幅 .....	179
(4) 妊娠個体の体長組成 .....	180
5 生殖周期 .....	180
(1) 雌雄のGSI、TGS I値の季節変化 .....	180
(2) 精液保有率の季節変化 .....	181
(3) 卵巣卵径の季節変化 .....	182
6 考察 .....	182
第4章 ヨシキリザメの妊娠と出産 .....	
1 材料と方法 .....	187
2 結果 .....	188
(1) 胎児数および胎児の性比 .....	188
(2) 母体長と一腹当り胎児数の関係 .....	188
(3) 胎児の成長と妊娠期間 .....	190
(4) 出産場の推定 .....	190
3 考察 .....	192
第5章 ヨシキリザメの回遊 .....	
1 材料と方法 .....	194
2 分布特性 .....	196
(1) 性比 .....	196
(2) 成長段階ごとの分布域 .....	196

(3) 亜寒帯境界周辺海域における分布の微細構造 .....	199
(4) 妊娠個体の分布と移動 .....	201
3 考 察 .....	207
摘 要 .....	212
謝 辞 .....	214
引用文献 .....	215
付 表 .....	220
1 ヨシキリザメ雌雄別四半期別体長頻度分布にあてはめた正規曲線の計算値 .....	221
2 大目流し網調査における四半期別5度柵目毎のヨシキリザメ漁獲尾数、使用反数、CPUE .....	234
3 サメ延縄調査における四半期別5度柵目毎のヨシキリザメ漁獲尾数、使用鈎数、CPUE .....	237
4 マグロ延縄調査における四半期別5度柵目毎のヨシキリザメ漁獲尾数、使用鈎数、CPUE .....	240
5 サメ延縄およびマグロ延縄調査における5度柵目毎のヨシキリザメ漁獲尾数、使用鈎数、CPUE .....	243
6 さけ・ます流し網調査およびサメ延縄とマグロ延縄調査の5度柵目毎の使用反数および使用鈎数 .....	244
7 さけ・ます流し網と大目流し網調査における雌雄別体長別5度柵目毎のヨシキリザメ漁獲尾数、CPUE .....	245
8 サメ延縄とマグロ延縄調査における雌雄別体長別5度柵目毎のヨシキリザメ漁獲尾数、CPUE .....	249

## 序 論

ヨシキリザメ (*Prionace glauca* L.) は最大 3 m 以上になる外洋性の板鰐類であり、全世界の熱帯域から温帯域にかけて広く生息する (Bigelow and Schroeder, 1948; 須田, 1953; Strasburg, 1958; Compagno, 1984 など)。本種の生態に関しては、分布、年齢・成長、繁殖、食性などが報告されている (須田, 1953; Strasburg, 1958; Neave and Hanavan, 1960; LaBrasseur, 1964, 1967; Stevens, 1973, 1974, 1975, 1976; Pratt, 1979; Tricas, 1979; Kohler and Stillwell, 1981; 中野ら, 1985 など)。太平洋では、須田 (1953) が西部北太平洋において、Strasburg (1958) が日付変更線以東の太平洋において、分布、繁殖に関する詳細な報告を行い、本種の成長に関して Cailliet and Bedford (1983)、田中 (1984) らの報告がある。しかし、夏期、北太平洋の亜寒帯域にもおよぶ広範な分布域全体にわたった本種の包括的な研究は行われておらず、外洋生態系を理解するうえで高次捕食者としての本種の生態を明らかにすることは重要である。

本種は広く熱帯域および温帯域をカバーするマグロ延縄漁業およびカジキを対象として温帯域および亜熱帯域で営まれる大目流し網漁業により頻繁に混獲され、その混獲状況から、未利用蛋白資源としての潜在的な価値が容易に予想される (谷内, 1979, 1984; 海洋水産資源開発センター, 1980c, 1983a, 1983b, 1985, 1986)。また、東北近海においてはサメ類を漁獲対象としたサメ延縄漁業が営まれており、多数のヨシキリザメが、気仙沼、石巻、塩釜などを中心とした東北地方で水揚げされ、主に練製品原料、ふか齧などに利用、加工されている (榎原, 1980; 海洋水産資源開発センター, 1980a, 1980b, 1981, 1984)。

農林水産省統計情報部編の漁業・養殖業生産統計年報などの統計資料によれば、昭和26~42年の間では板鰐類の漁獲量はヨシキリザメ、ネズミザメ、アブラツノザメ、その他のサメ類と類別して集計されている。この期間にサメ類の漁獲量は昭和27年の8万6千トンから、昭和42年の5万4千トンへ漸減している。このうちヨシキリザメは2万1千トンから1万4千トンの間で推移し、顕著な増減傾向はない。昭和43年以降では、板鰐類の水揚げはサメ類として一括して集計され、昭和43~61年では、6万トンから3万3千トンの間で推移し、昭和27~42年に引続き漸減傾向を示している。板鰐類資源の動向を把握するためにも水揚げの主要種を類別した統計整備が望まれる。

ヨシキリザメは分布北限域である北太平洋亜寒帯境界付近において生物量が高く、当海域における表層生態系の主要構成種のひとつとなっている (三島, 1981; 三島ら, 1981; 河野, 1984)。当該海域は亜熱帯に起源を持つ外洋性魚種が様々なかたちで利用することが知られているが (Otsu and Uchida, 1963; Yananaka et al, 1969; 辻田, 1981; 島崎・中村, 1981; 村上ら, 1981; 中野ら, 1985)、これらの生物群集が各々の生活史のいかなる成長過程において当海域を利用しているかを明確にすることは、海洋生物に対する当海域の役割を理解するうえでも重要である。

ヨシキリザメの生態学的な知見は、資源としての利用度の低さから、他の魚類に比較して非常に少なく、年齢・成長、繁殖、食性、分布特性などの生態学的研究は端緒についたばかりである。板鰐類は繁殖様式においても硬骨魚類とは大きく異なり、卵生から胎生まで多様であるが、産仔数が少ないことからひとたび漁獲圧が高まると容易に乱獲されるおそれがあると考えられている (Holden, 1973, 1974, 1977; 谷内, 1978)。板鰐類の生活史戦略を理解するための知見の集積が、資源の有効利用の面からも早急に望まれる。

本研究では、このような観点から、北太平洋において得られた資料を基に、分布、年齢と成長および



生殖周期などを調べ、北太平洋におけるヨシキリザメの分布の連続性から、本種個体群をひとつの系群と仮定し、その生活史について検討した。

## 第1章 ヨシキリザメの分布

### 1. 材料と方法

北太平洋における本種の分布を検討するために、本種が主に混獲される4種の漁業に関連した漁獲調査資料を解析した。解析に供した資料は、さけ・ます調査用流し網調査資料、大目流し網調査資料、サメ延縄調査資料、マグロ延縄調査資料である。各調査で使用した調査船、調査期間、海域等を Table 1-1 に示した。各調査の概要について以下に記す。

#### (1) 各調査の概要および採集方法

##### i) さけ・ます調査用流し網による調査

1982年から1987年の6～8月に北海道大学練習船北星丸、おしよる丸、1984年の8～10月に水産庁調査船第58歡喜丸によって行なわれた、さけ・ます調査用流し網による調査資料(北大水産学部, 1983～1986, 1988)を解析に供した。調査海域は35°～55°N, 146°E～155°W に至る海域である(Fig. 1-1)。流し網の漁具仕様は、さけ・ます調査用流し網(目合48-157mm、10種目合)と、この前後にさらに数種の目合を加えた15-20種(目合19-233mm)の合計73-134反が使用された。流し網は日没時頃に設網され、日出時頃に揚網された。流し網の漁具深度は表層から約10mである。

##### ii) 大目流し網による調査

海洋水産資源開発センターが調査船新洋丸を用いて1978-1982年度にかけて実施した、シマガツオ新資源開発調査資料(海洋水産資源開発センター, 1980c, 1983a, 1983b, 1985, 1986)を解析に供した。調査海域は22°～48°N, 144°E～124°W に至る海域である(Fig. 1-2)。使用漁具の仕様は年により若干の差があるが、マルチフィラメントおよびモノフィラメントの大目流し網(目合118-250mm)900反を基準として使用された。漁具は日没時に設網され3-7時間放置後、揚網された。流し網の漁具深度はさけ・ます調査用流し網同様、表層から約10mである。

##### iii) サメ延縄による調査

海洋水産資源開発センターが、調査船第77宝洋丸および第53宝洋丸を用いて1978-1981年度に実施した、さめ新資源開発調査資料を解析に供した(海洋水産資源開発センター, 1980a, 1980b, 1981, 1984)。調査海域は15°～56°N, 138°E～128°W に至る海域である(Fig. 1-3)。調査漁具は延縄で、東北海域で営まれるサメ延縄漁業に準じたものが使用された。仕様は年により若干異なり、中浮子付1鉢6本付、4本付、5本付、6本付、7本付の仕立てのものを250鉢(1,250-1,500釣)を使用することを標準とした。釣針深度は40～100mであり、餌は冷凍サバ、イカが主に使用された。投縄は夜明け前または日没前の薄明時にかけて行なわれた。標準的な操業では、船速約8 ktで3時間かけて投縄を行ない、6～7時間漂泊後に揚縄された。

##### iv) マグロ延縄による調査

1967-1971年に東京大学が全国16機関に依頼して実施した、公庁船によるマグロ延縄に混獲するサメ類

**Table 1-1** Research cruises from which data were used in the study.

Research name	Vessel name	Periods		Area		No. of operations	Blue shark catch No.
		Year	Month	Latitude	Longitude		
Salmon gillnet research							
Kanki-maru No. 58	1984	8-10	35°	-45° N 146°	-175° E	35	301
Oshoro-maru	1984	6-7	36°	-55° N 180°	-155° W	19	162
Hokusei-maru	1982-87	6-7	35°	-50° N 155°	-175° E	62	361
Sub total						116	824
Large mesh drift-net research							
Shinyo-maru	1978-83	whole	20°	-50° N 140° E	-160° W	875	79,737
Sub total						875	79,737
Shark longline research							
Hoyo-maru No. 77	1978-79	6-2	35°	-50° N 140° E	-180°	152	2,798
Hoyo-maru No. 53	1979-82	Whole	25°	-55° N 130° E	-160° W	464	16,289
Sub total						616	19,087
Tuna longline research							
Hokusei-maru	1986	1	10°	-20° N 160°	-170° W	10	40
Etuzan-maru	1968-69	5-6	0°	-10° N 150°	-160° W	79	562
Iwate-maru	1968-71	1-7	0°	-20° N 180°	-140° W	328	1,023
Fukushima-maru	1967-69	5-10	40° S	-10° N 140° E	-150° W	238	590
Wakachiba-maru	1967-70	3-12	0°	-20° N 160° E	-150° W	173	1,412
Souan-maru	1967	5-7	5° S	-5° N 180°	-160° W	47	360
Wakatori-maru	1967-69	2-10	20° S	-10° N 140° E	-160° W	186	474
Umisachi-maru	1967-70	1-12	10° S	-10° N 140°	-160° E	236	786
Ehime-maru	1967-68	5-1	0°	-10° N 150° E	-170° W	56	168
Kanou-maru	1968-69	11-2	0°	-10° N 140°	-160° E	28	104
Miyako-maru	1968	10-12	0°	-10° N 155°	-165° E	35	101
Riasu-maru	1968-69	10-2	0°	-10° N 160°	-175° E	52	165
Genyou-maru	1968	6-7	10° S	-0° 155°	-165° E	33	46
Kagawa-maru	1968	9-10	20° S	-10° N 150°	-160° E	18	27
Wakashio-maru	1967	11-12	0°	-10° N 130°	-160° E	19	94
Sub total						1,538	5,952
Total 21 vessels						3,145	105,600

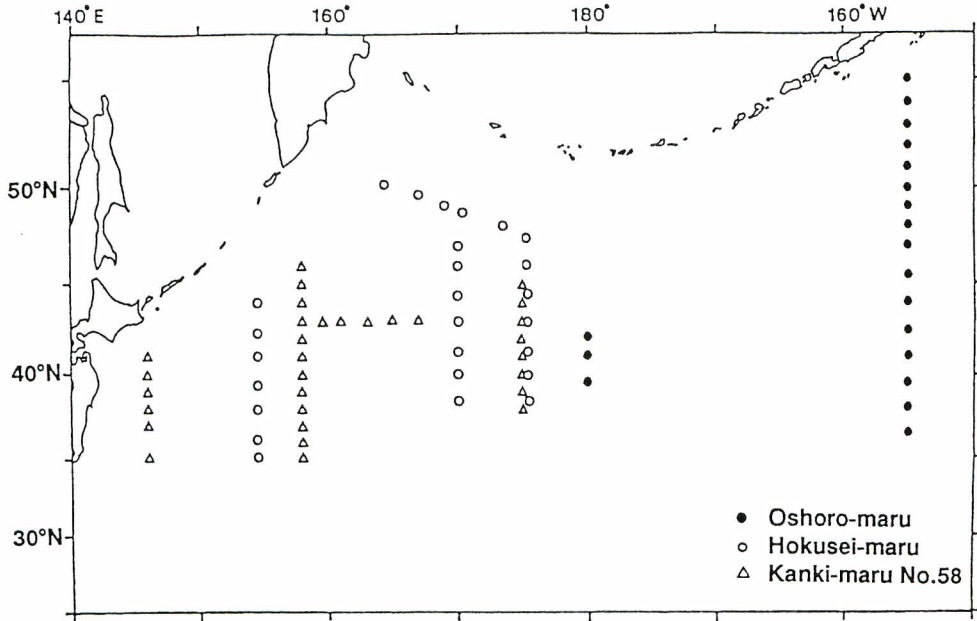


Fig. 1-1. High seas salmonid survey stations held by *R/V Hokusei-maru* during 1982-1984 and 1987, and by *Oshoro-maru* and No. 58 *Kanki-maru* in 1984.

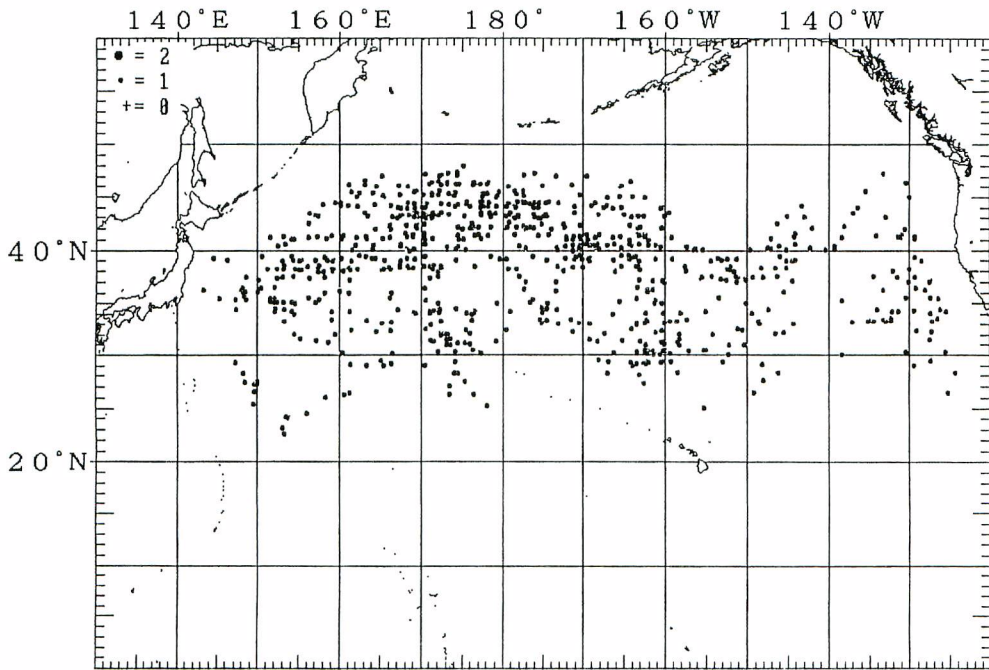


Fig. 1-2. Large mesh driftnet research stations held by *R/V Shinyo-maru* during 1978-1982.

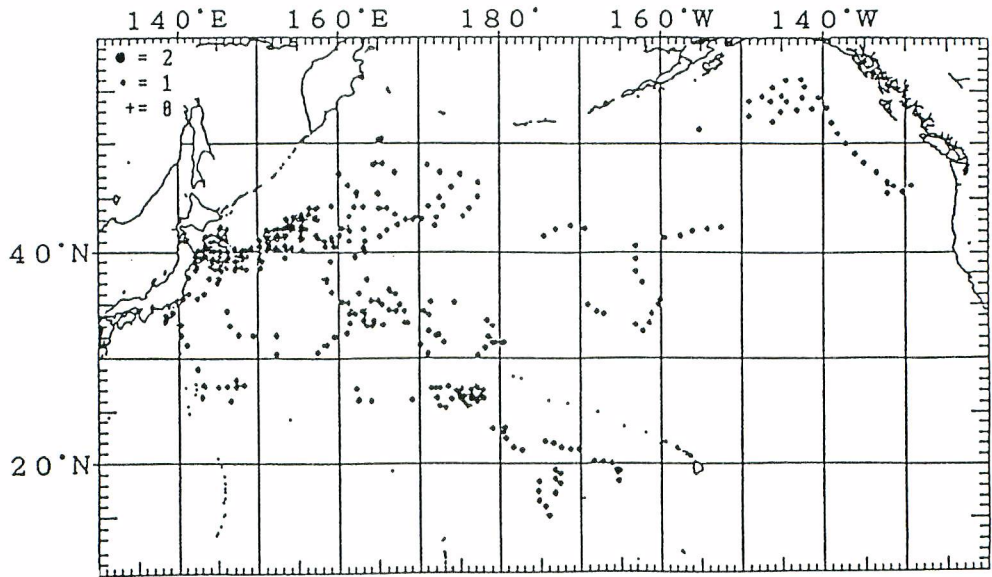


Fig. 1-3. Shark longline research stations held by *R/V No. 77 Hoyo-maru* in 1978 and by *R/V No. 53 Hoyo-maru* during 1979-1981.

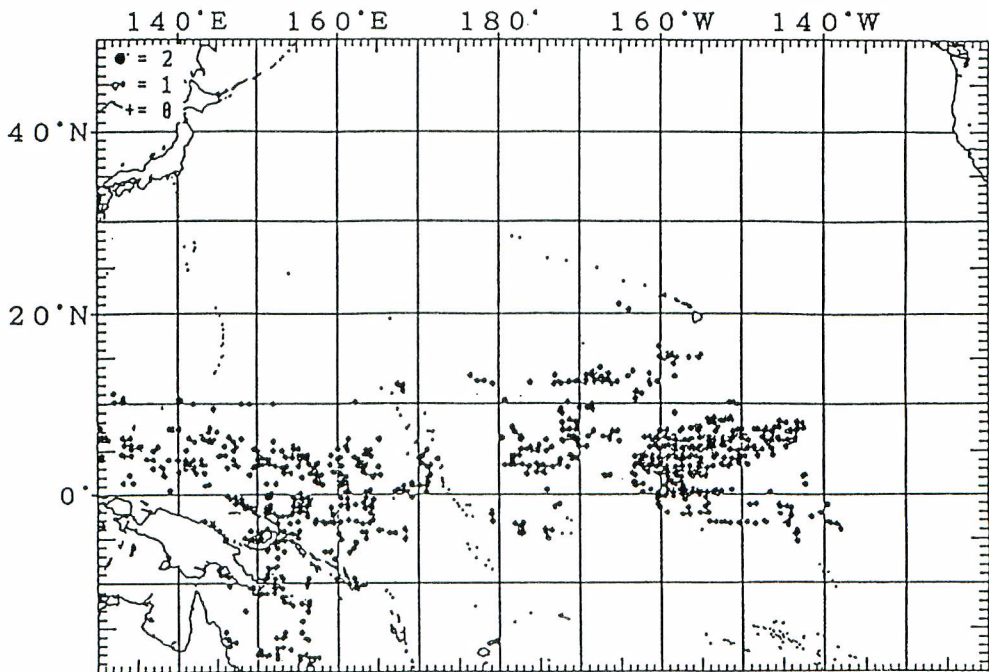


Fig. 1-4. Tuna longline research stations held by 14 fishery high school training vessels during 1967-1971.

調査資料から、調査海域が太平洋20°S以北のものを使用した。解析に供した14隻の公庁船の運航状況をTable 1-1に示した。調査海域は20°S~22°N、130°E~137°Wに至る海域である(Fig. 1-4)。公庁船におけるマグロ延縄漁具の標準的な操業では1鉢5本付のものが200~240鉢(1,000~1,200釣)使用されている。投縄は日出前1~2時間に行ない、2~3時間漂泊ののち揚縄された。なお、釣針深度は50~150mである。

## (2) 調査資料

### i) 漁獲調査資料

大目流し網、サメ延縄による調査について、漁獲物組成資料(海洋水産資源開発センター, 1980a, 1980b, 1980c, 1981, 1983a, 1983b, 1984, 1985, 1986)を検討した。

さけ・ます調査用流し網調査における漁獲調査資料から、各調査点ごとのCPUE(1,000反当たり漁獲尾数)を求めた。大目流し網、サメ延縄およびマグロ延縄調査は、漁獲調査資料から緯度経度5度のグリッド毎のCPUE(1,000反当たり漁獲尾数と1,000釣当たり漁獲尾数)を1~3月、4~6月、7~9月、10~12月の四半期別に求めた。各月の緯度10°ごとの調査回数を調査方法別にTable 1-2に示す。さけ・ます流し網、大目流し網、サメ延縄調査は20°N以北で行われ、対象魚種の移動や海況条件から、夏期には高緯度、冬期には低緯度で行われた。マグロ延縄調査は周年を通じて20°N~20°Sの海域で行われた。これらの資料解析にあたっては調査対象海域の季節的な偏りに留意した。

### ii) 海洋観測資料

さけ・ます調査用流し網、大目流し網、マグロ延縄による調査時に観測された表面水温資料をヨシキリザメ漁獲水温の解析に供した(北大水産学部, 1983~1986, 1988; 海洋水産資源開発センター, 1980c, 1983a, 1983b, 1985, 1986)。サメ延縄調査時にBTを使用して測定された表層、50m層、100m層の水温資料をヨシキリザメ漁獲水温の解析に供した(海洋水産資源開発センター, 1980a, 1980b, 1981, 1984)。

**Table 1-2** Numbers of sets by month and 10° latitude area by each research gear.

Latitude	Gear type	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
50°N-	Gillnet							6	1					7
	Longline								18	3	2			23
40° -50°N	Gillnet					3	54	122	90	89	86	36	4	484
	Longline	8	4		6	22	52	63	49	33	23	20	18	298
30° -40°N	Gillnet	56	5	2	33	78	80	33	2	9	9	38	94	439
	Longline	15	10	23	12	15	6	5		15	19	51	38	209
20° -30°N	Gillnet	25	30		1	3							5	64
	Longline	9	19	5	3	33	6							75
10° -20°N	Gillnet													
	Longline	11	12	13	13	13	3		1		1	14	47	128
10°S-10°N	Gillnet													
	Longline	65	193	84	15	97	228	128	86	55	82	62	81	1,176
	Gillnet	81	35	2	34	84	134	161	93	98	95	74	103	994
	Longline	108	238	125	49	180	295	196	154	106	127	147	184	1,909
	Total	189	273	127	83	264	429	357	247	204	222	221	287	2,903

## 2. ヨシキリザメの分布

### (1) 漁獲物魚種組成

#### i) 大目流し網調査

1978年から1982年まで海洋水産資源開発センターが実施した、しまがつお新資源開発調査の漁獲物尾数組成および重量組成を Table 1-3 に示す。尾数組成では5年間の合計でシマガツオ(*Brama japonica*)、ビンナガ(*Thunnus alalunga*)が卓越し2魚種で全体の80.9%を占めている。ついでヨシキリザメ、アカイカ(*Ommastrephes bartrami*)、カツオ(*Katsuwonus pelamis*)の順となっている。ヨシキリザメは尾数比では8.0%であった。重量組成ではヨシキリザメが最も多く、5年間の合計で漁獲重量の27.3%を占め、ついでシマガツオ、ビンナガ、ネズミザメ(*Lamna ditropis*)、アカイカの順であった。

#### ii) サメ延縄調査

1978年から1981年まで海洋水産資源開発センターが実施した、さめ新資源開発調査の漁獲物尾数組成および重量組成を Table 1-4 に示す。サメ延縄ではヨシキリザメが最も多く漁獲され、4年間合計の尾数比で全体の54.9%、重量比で50.8%を占めた。次いで漁獲されたのはネズミザメで、尾数比で30.2%、重量比で34.9%を占めた。

### (2) ヨシキリザメ CPUE の水平分布

#### i) さけ・ます調査用流し網調査

1984年に北星丸、おしよろ丸、第58歓喜丸の3船が実施した操業点毎のCPUEを Fig. 1-5 に示す。北星丸、おしよろ丸の調査は6-8月に実施され、CPUEは38°~41°Nにかけての狭い海域で高かった。第58歓喜丸の調査は8-10月であり、CPUEはさらに北側の43°N付近の調査点で高かった。

#### ii) 大目流し網調査

1978年から1982年までの大目流し網調査による緯度、経度5度のグリッド毎のCPUE(1,000反当り漁獲尾数)を3カ月ごとの四半期別に Fig. 1-6 に示した。ヨシキリザメは26°~48°Nにかけて漁獲され、グリッド毎のCPUEは周年を通じ35°~45°Nにかけて高かった。45°N以北では、7~9月および10~12月に本種の漁獲があったが、南側の海域に比較してCPUEは低かった。一方、35°N以南の海域では南に下がるに従いCPUEは次第に低くなり、30°N以南では本種が漁獲されなかったグリッドが多数出現した。また、北米西岸の30°~45°NにかけてはCPUEの高い海域が認められた。

#### iii) サメ延縄調査

1978年から1981年までに実施されたサメ延縄調査の緯度、経度5°毎のグリッドにおけるヨシキリザメのCPUE(1,000鈎当り漁獲尾数)を四半期別に Fig. 1-7 に示した。本種は15°Nからアラスカ湾内の55°Nまで、東西では調査海域の全範囲にわたる海域で漁獲された。CPUEは30°~40°Nにかけて高く、40°N以北ではしだいに減少する傾向があった。ただし、北米大陸バンクーバー島の沖合海域、135°W以東、45°~50°Nのグリッドでは、CPUEが46.5、47.8と高く、30°~40°Nのグリッドに匹敵する値を示した。

#### iv) マグロ延縄調査

1967年から1971年までの公庁船によるマグロ延縄調査で漁獲されたヨシキリザメについて、緯度、経度5°のグリッド毎に計算したCPUE(1,000鈎当り漁獲尾数)を四半期別に Fig. 1-8 に示した。CPUEは

**Table 1-3** Catch composition for large mesh driftnet research vessels during 1978-1982.

Species	1978		1979		1980		1981		1982		Total	
	number	weight (kg)	number	weight (kg)	number	weight (kg)	number	weight (kg)	number	weight (kg)	number	weight (kg)
Thresher shark	5	440	6	770	12	1,963	12	1,702	7	1,170	42	6,045
Blue shark	28,230	286,424	19,028	253,712	14,758	180,537	10,676	142,086	7,991	79,598	80,683	942,357
Mako shark	81	2,869	102	3,297	218	6,748	103	5,081	64	3,054	568	21,049
Salmon shark	5,250	123,174	1,557	45,673	2,708	86,335	683	27,135	1,471	47,792	11,669	330,109
Hammerhead shark	2	80	6	723	2	256	5	738	10	1,269	25	3,066
Opah							2	7	2	42	4	49
Pomfret	122,837	182,833	117,544	151,223	185,723	247,297	122,648	156,280	134,445	173,014	683,197	910,647
Yellow tail	597	3,820	403	2,384	1,102	5,745	547	2,132	260	1,077	2,909	15,158
Dolphin							890	3,635	2,202	9,157	3,092	12,792
Black marlin	4	550	3	751	1	200	8	1,410	15	1,918	31	4,829
Sail fish							163	2,298	34	486	197	2,784
Striped marlin	155	6,870	257	13,585	81	4,762	239	13,070	84	4,552	816	42,839
Sword fish	133	11,277	174	16,210	234	25,332	176	14,498	71	5,623	788	72,940
Wahoo							44	571	11	157	55	728
Skipjack tuna	6,393	23,756	3,026	13,995	6,926	27,551	10,629	37,928	5,127	24,280	32,101	127,510
Albacore	16,341	108,610	34,365	204,256	29,318	180,285	34,344	201,278	15,412	90,700	129,780	785,129
Yellowfin tuna	23	163	22	339	29	744	32	1,064	36	440	142	2,750
Bigeye tuna	2	89	18	503	4	169	85	1,793	13	222	122	2,776
Bluefin tuna	1,759	10,410	685	5,993	360	4,767	54	1,382	405	2,972	3,263	25,524
Flying squid	4,610	9,439	15,231	29,059	10,805	26,956	12,487	41,467	8,961	25,138	52,094	132,059
others	166	839	714	4,351	1,073	6,180	542	1,946	527	2,040	3,022	15,356
Total	186,588	771,643	193,141	746,824	253,354	805,827	194,369	657,501	177,148	474,701	1,004,600	3,456,496

**Table 1-4** Catch composition for shark longline research vessels during 1978-1981.

Species	1978		1979		1980		1981		Total	
	number	weight (kg)	number	weight (kg)	number	weight (kg)	number	weight (kg)	number	weight (kg)
Thresher shark					5	647	55	6,583	60	7,230
Blue shark	2,802	49,740	4,376	96,095	5,326	124,074	6,587	263,656	19,091	533,565
Mako shark	11	336	18	645	59	1,704	108	7,801	196	10,486
Salmon shark	3,682	172,301	3,513	17,815	3,196	172,450	117	4,241	10,508	366,807
Hammerhead shark			1	124	4	440	8	879	13	1,443
Dogfish shark	3	9	4	9	4	12			11	30
Opah	82	3,404	85	3,727	13	703	3	75	183	7,909
Pomfret	91	126	27	36	75	100	617	617	810	879
Dolphin			36	311	24	167	528	4,071	588	4,549
Shortbill sparfish			2	28			166	2,427	168	2,455
Striped marlin			12	457	8	352	577	17,988	597	18,797
Sword fish	56	6,396	156	10,201	126	8,502	289	17,398	627	42,497
Wahoo			1	21	5	74	100	1,504	106	1,599
Skipjack tuna			1	10			13	112	14	122
Albacore	5	46	77	907	54	1,020	630	13,803	766	15,776
Yellowfin tuna					8	382	243	11,027	251	11,409
Bigeye tuna			30	825	48	2,221	181	7,613	259	10,659
Bluefin tuna	6	521	2	86					8	607
others	9	38	185	3,489	176	1,788	160	8,670	530	13,985
Total	167	7,127	529	16,371	524	14,606	3,504	85,230	4,724	123,334

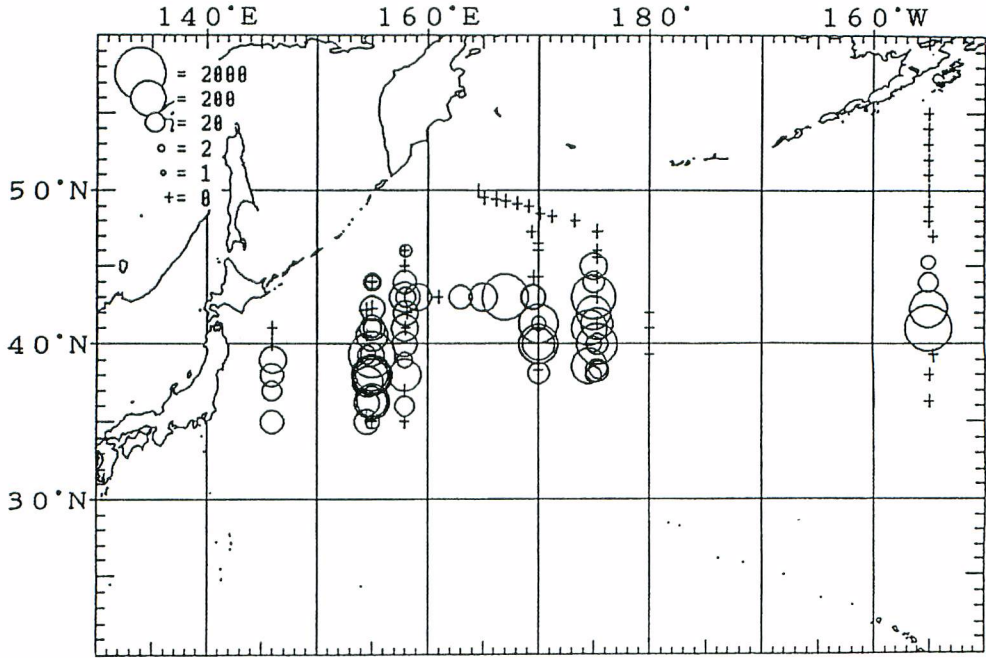


Fig. 1-5. Blue shark CPUE (catch in numbers /1000 *tan*) at each salmonid survey station.

10~12月に10°~15°Nで東西に帯状に高い海域があるが、顕著な季節変化は認められなかった。最もCPUEの高かったグリッドの値は11.5であり、サメ延縄で得られたグリッドの最高値76.3に比較して著しく低かった。

サメ延縄調査で使用された漁具は、近海マグロ漁業で「浅縄」と呼ばれているものと同じである。マグロ延縄調査で使用した漁具との相違点は釣針の深度のみであるので、両者をあわせて5度のグリッドごとのCPUEを比較したところ (Fig. 1-9)、CPUEは30°~40°Nの海域で最も高く、南側の赤道域にかけて段階的に低くなり、北から南にかけて徐々に減少してゆく傾向を示した。

### (3) CPUEと水温との関係

#### i) さけ・ます調査用流し網および大目流し網調査

さけ・ます調査用流し網と大目流し網調査で得られたCPUE(水温1°Cごとの1,000反当り漁獲尾数)と表面水温との関係を Fig. 1-10 に示した。さけ・ます調査用流し網では、CPUEは13~20°Cの範囲で高く、特に16°C台と18°C台で著しく上昇した。大目流し網調査では、ヨシキリザメは表面水温12~22°Cの範囲で多く漁獲され、14~17°Cの範囲でCPUEが150以上と特に高かった。

#### ii) サメ延縄調査およびマグロ延縄調査

サメ延縄調査の表層、50mおよび100m層の水温とCPUE(水温1°Cごとの1,000釣り当り漁獲尾数)の関係およびマグロ延縄の表面水温とCPUE(同上)の関係を Fig. 1-11 に示した。サメ延縄ではヨシキリザメは表面水温8~27°Cまで広い水温範囲で漁獲され、表面水温17~24°Cの範囲でCPUEが特に高かつ



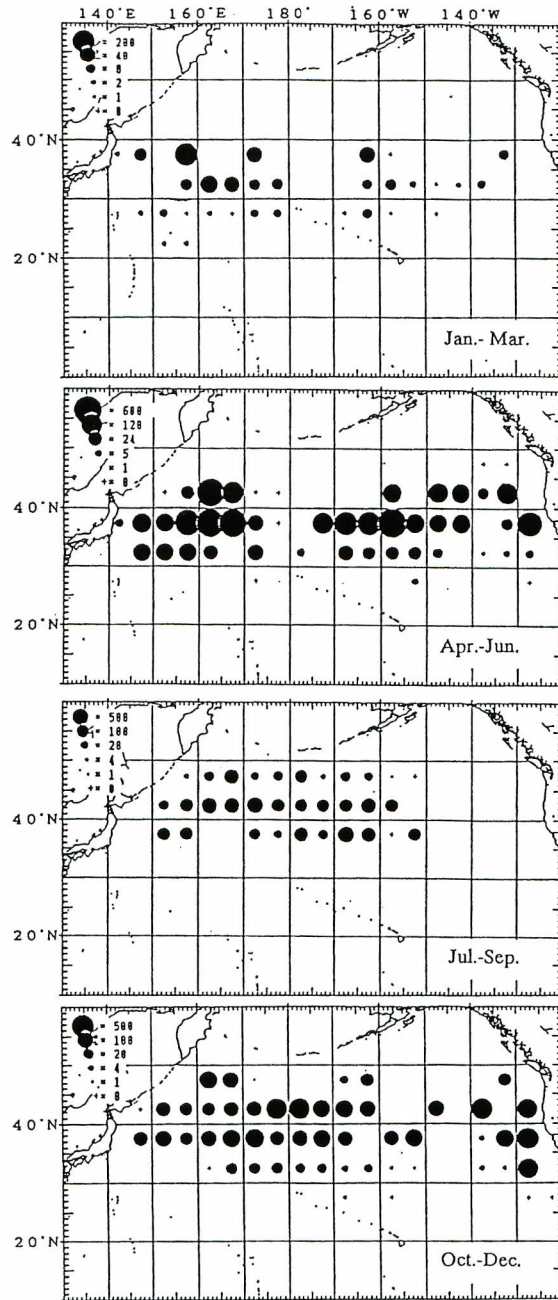


Fig. 1-6. Quarterly distribution of blue shark CPUE (catch in numbers /1000 *tan*) caught by large mesh driftnet research, by 5-degree area.

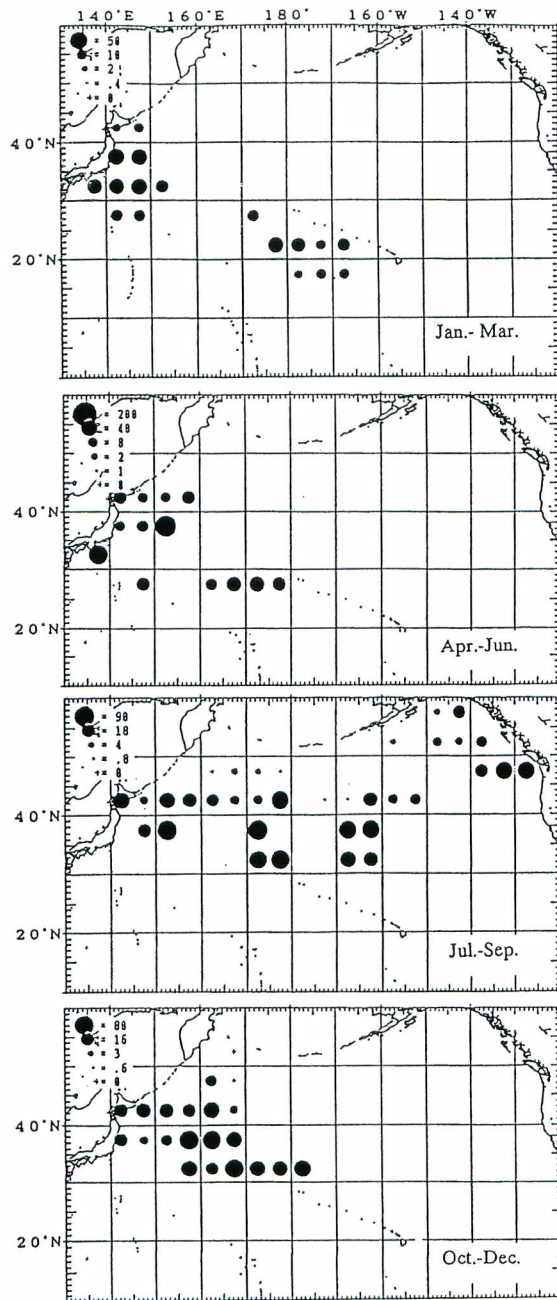


Fig. 1-7. Quarterly distribution of blue shark CPUE (catch in numbers / 1000 hooks) caught by shark longline research vessels, by 5-degree area.

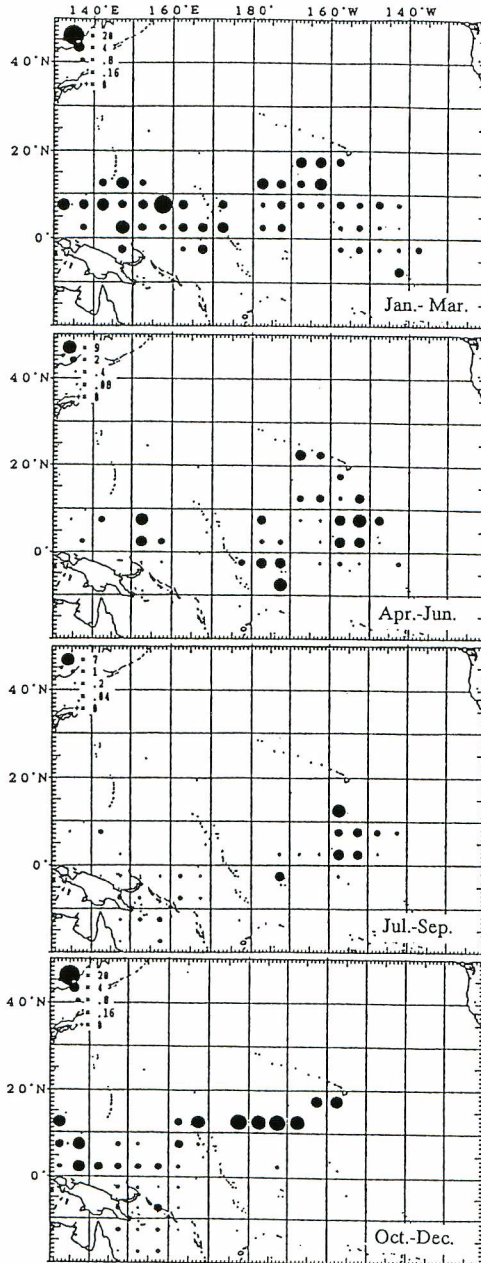


Fig. 1-8. Quarterly distribution of blue shark CPUE (catch in numbers /1000 hooks) caught by tuna longline research vessels, by 5-degree area.

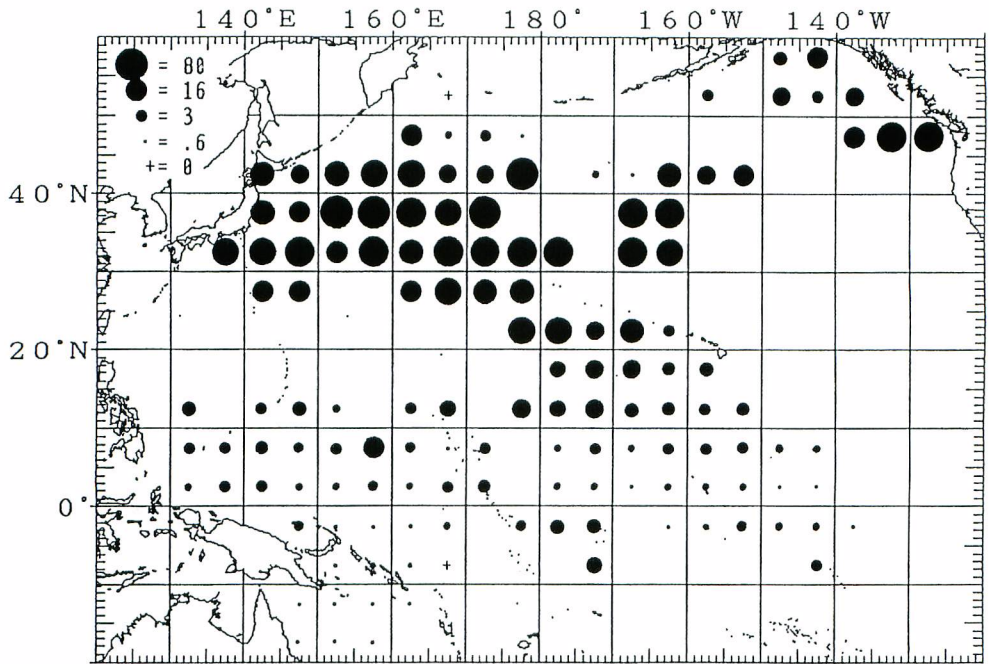


Fig. 1-9. Overall distribution of blue shark CPUE (catch in numbers/1000 hooks) caught by shark and tuna longline research vessels combined, by 5-degree area.

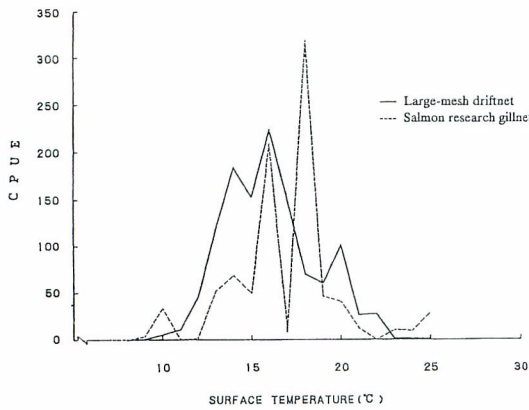


Fig. 1-10. The relationship between sea surface temperature and blueshark CPUE (catch in numbers/1000 *tan*) caught by salmonid survey and large mesh driftnet research vessels.

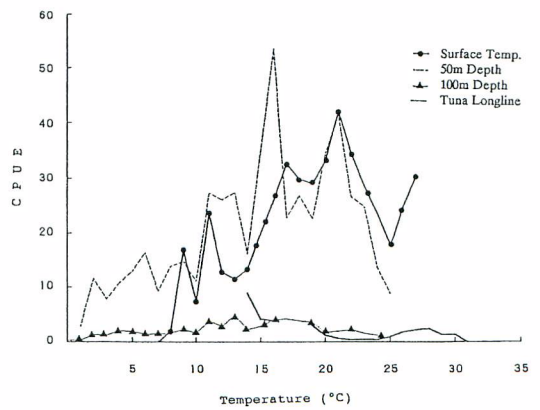


Fig. 1-11. The relationships between blue shark CPUE (catch in numbers/1000 hooks) and water temperature at the surface, 50m, and 100m depth in shark longline research, and the relationship between CPUE and surface temperature in tuna longline research.

た。サメ延縄調査による釣針の深度は設計上40~100mであるが、延縄が敷設されている間に潮に流されて浅くなる場合があるので、ヨシキリザメはこの深度および以浅で漁獲されていると考えられる。50m層では、ヨシキリザメは水温1~25°Cまでの範囲で漁獲され、11~23°Cの範囲でCPUEが高く、100m層では0~25°Cの範囲で漁獲され、11~19°Cの範囲でCPUEが高かった。

マグロ延縄調査では、ヨシキリザメは水温14~30°Cの範囲で漁獲され、CPUEは14°Cを最高として22~24°Cにかけて著しく下がり、26~28°Cの範囲で再びやや高まった。マグロ延縄調査点の大部分は26~28°Cの水温帯にあった。マグロ延縄調査によるCPUEは、サメ延縄調査に比較して著しく低いのが特徴的であった。

### 3. 考察

大目流し網調査による漁獲物は、シマガツオ、ビンナガ、ヨシキリザメ、アカイカ、カツオ、ネズミザメ等が優先種で、調査漁具の選択性から高次捕食性魚類が中心となっている。ヨシキリザメは5年間にわたる調査において尾数組成で8.0%、重量比では最も多く27.3%を占めた。これらの結果から、本種が調査対象海域における高次栄養段階の生物群集中で大きな割合を占めていることが伺える。

河野(1984)はさけ・ます調査用流し網調査における流し網10反当たりの漁獲重量を海域毎に求め、ヨシキリザメが亜熱帯域で11.1%、移行域では2.1%であると述べ、須田(1953)、Strasburg(1958)は延縄による調査により本種が北方ほど多獲されることを指摘し、また、三島ら(1981)はさけ・ます流し網による調査から亜寒帯周辺海域で、本種の多獲される海域を報告している。

サメ延縄調査は、ネズミザメが調査対象種であり、調査漁具は魚体の大きなネズミザメを主目的として設計されている。しかし、この調査による漁獲物中、ヨシキリザメが最も多く漁獲され、尾数組成、重量組成それぞれ54.9%、50.8%を占めていた。このことは、延縄漁具の選択性が有効な体長範囲に限って考えても、本種が調査対象海域に多く分布していたことを示している。

谷内(1969)はマグロ延縄による調査結果から、混獲されたサメ類のうちヨシキリザメが個体数で44.7%を占めていたと報告している。さらに谷内(1984)は、マグロ延縄漁業におけるサメ類の混獲尾数比がマグロ・カジキ類漁獲尾数の32.5%にあたるとしている。赤道域から分布北限である亜寒帯境界周辺域まで、各々の調査漁獲物中に占めるヨシキリザメの割合は一様に高かった。このことは、本種がそのすべての生息域において生態学的鍵種の一つとなりうることを示している。

さけ・ます調査網および大目流し網を用いた調査から、北太平洋の35~45°Nの範囲において、東西に帯状にヨシキリザメの相対豊度の高い海域があることが明らかになった。CPUEの高いグリッドは4~6月には35~40°Nの範囲に多く、7~9月にかけて45°N付近まで北上し、12月には再び35~40°Nの範囲に南下する。三島(1981)は、表面海水温の昇温とともにヨシキリザメを含む亜熱帯性魚類が亜寒帯域にまで北上することを指摘し、またStrasburg(1958)、谷内ら(1984)も本種が季節的に南北移動しており、夏季には亜寒帯境界付近に多く出現することを報告している。

サメ延縄調査によるCPUEの高いグリッドは、30~40°Nの海域に出現し、さけ・ます調査網や大目流し網調査で確認された海域より南側である。流し網の漁具深度は0~10m、サメ延縄の釣針深度は40~100mであり、両者の漁獲対象となる魚体の大きさにも隔りがあることから、得られた結果を混同して比較できない。

ヨシキリザメのCPUEの高い表面水温帯は、さけ・ます調査用流し網では16~18°C、大目流し網では14~17°Cであった。この14~18°Cの水温帯は、北太平洋では最も水温の高い9月に40~45°N、最も低い3月に30~36°N付近に東西に存在する(Dodimead et al, 1963)。ヨシキリザメの表層域における相対

豊度は、この水温域に一致して南北に移動している。

サメ延縄調査による CPUE は、表面水温17~24°Cの範囲で高く、この水温帯は表層流し網による CPUE の高い海域の南側にあたる。しかし、サメ延縄調査における、漁獲水深である50m層および100m層の水温と CPUE との関係を見ると、それぞれ11~23°C、11~19°Cで CPUE が高く、この水温帯は流し網調査で CPUE の高かった水温帯に近い。これらの結果は、本種が表層水温の高い南側の海域では生息水深を深くし、流し網の調査対象海域であった北側と同様な水温帯に留る傾向があることを示している。

マグロ延縄調査の CPUE は、表面水温14~19°C、ついで26~28°Cで高かった。調査の多くは、20°N~20°Sの範囲で行われているため、表面水温が26~28°Cの海域にある。マグロ延縄調査の釣針深度は50~150mの範囲にあり(花本, 1974)、表面水温は、本種の生息水温を表しえない。

Strasburg(1958)は、延縄の釣針深度とヨシキリザメ漁獲との関係から、本種が北側海域ほど浅い釣針にかかることを報告し、漁獲水深の水温を計算により求め、生息水温帯を10~20°Cと推測している。流し網の表面水温は、流し網の敷設水深(0~10m)からみてヨシキリザメが漁獲された現場の水温を正確に反映している。以上の結果、本種は既往の知見よりも狭い水温範囲に高密度に分布していると推定される。

## 第2章 ヨシキリザメの年齢と成長

### 1. 材料と方法

本章では、胎児と幼魚の月別体長組成、幼魚から成魚を含む雌雄別四半期別体長組成、脊椎骨椎体に見られる輪紋の観察から、北太平洋におけるヨシキリザメの年齢と成長を解析した。

#### (1) 出生時期および出生体長

出生時期および出生体長を検討するために、第一章で述べた調査期間中に得られた534母体の一腹の胎児平均体長と、559個体の70cm未満の幼魚の体長頻度を月別にまとめ、体長モードを検討した。

#### (2) 体長組成からみた成長の推定

第一章で述べた、さけ・ます調査用流し網による調査、大目流し網およびサメ延縄で得られたヨシキリザメ体長資料、雌雄7,184個体分を解析に供した。体長は吻端から尾柄部欠刻までを木製ノギスあるいは体長測定板で1cm単位で測定した。体長資料は雌雄それぞれ四半期別に体長階級2cmごとの体長組成に集計し、モードを明瞭にするため、3階級ごとの移動平均を用いた。この多峰形の体長頻度分布に正規確率紙を使用するCassie(1954)の方法を応用した堤・田中(1987)の世代解析プログラム“PROGEAN.BAS”を使用し、複数の正規曲線をあてはめ各年級に分解した。雌雄それぞれ四半期別に得られた各年級のモードから、雌雄の成長を推定した。

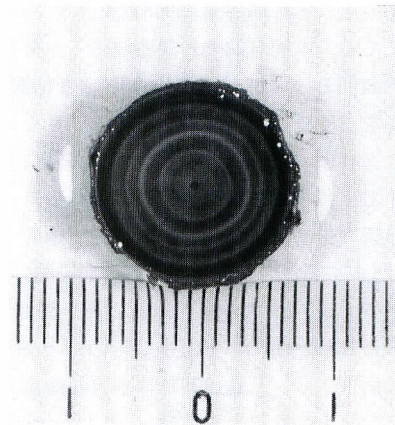


Fig. 2-1. Blue shark vertebrae stained with silver nitrate.

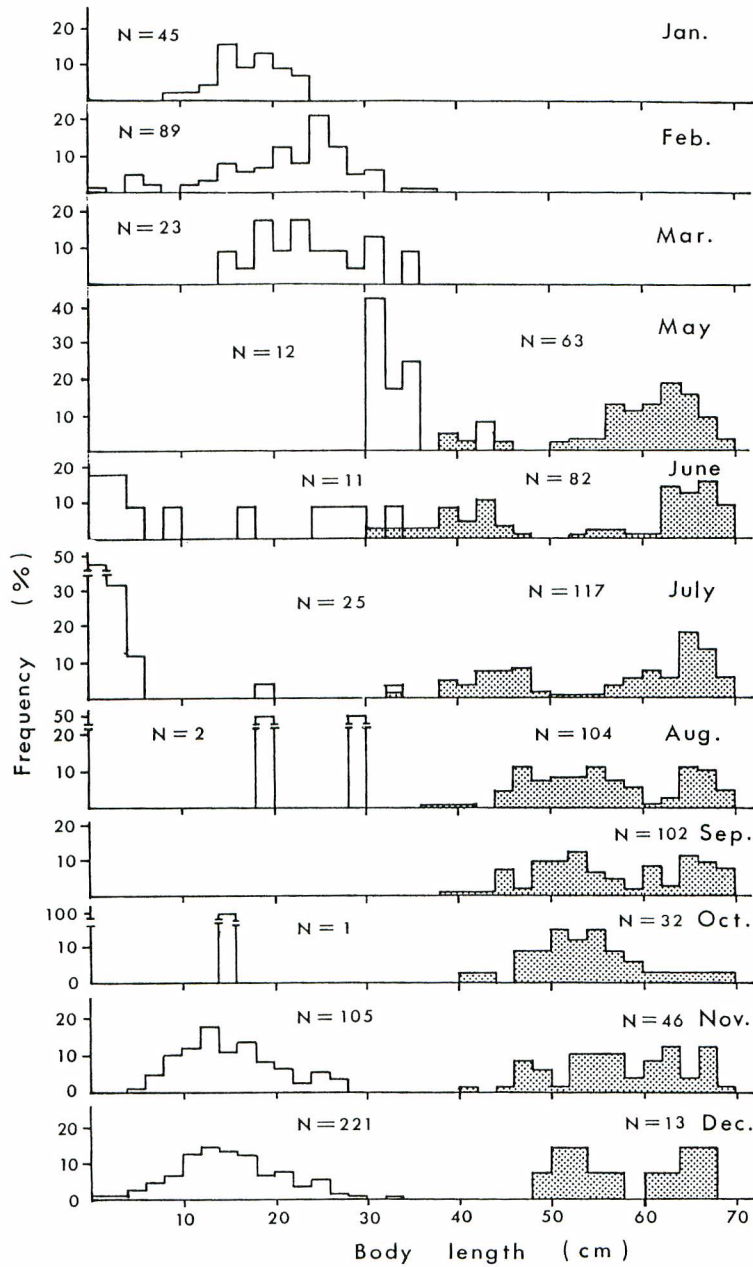


Fig. 2-2. Monthly length frequency distributions of average blue shark embryo body length in each litter (left white histograms, N is the number of pregnant females) and of young blue shark body length less than 70 cm (right shadow, N is the number of measured).

### (3) 脊椎骨輪紋を用いた成長の推定

1982年5月から1983年2月の期間に、さけ・ます流し網調査および大目流し網調査で漁獲されたヨシキリザメから、雌雄363個体の脊椎骨を採取し、年齢査定用の標本とした。脊椎骨は総排出口付近(前方から80-90番目の椎体)から6-7個を採取し、70%アルコール溶液に2-3カ月間保存した。椎体は各々切り離して煮沸後、結合組織をていねいに除去し、von Kossaの硝酸銀染色法で染色し、椎体凹面の輪紋を観察した(Fig. 2-1)。体軸に対し水平方向に、中心から黒く染った輪紋の外縁までの距離を輪紋半径とし、実体顕微鏡付属のマイクロメーター(0.05mm)で左右を測定して平均値をとった。

脊椎骨椎体半径と体長の関係式から、各輪紋形成時の計算体長を求めた。胎児期に形成された輪紋と、出生後に形成された輪紋を区別するため、同時期に採集した胎児48個体の椎体半径を測定した。椎体半径と最終輪紋半径との差を輪紋形成以後の椎体縁辺の成長距離とし、各月別にまとめ輪紋形成時を検討した。また、輪紋が年輪であるかどうか、輪紋形成時の体長を体長組成のモードから求めた曲線にあてはめ、輪紋の周期性を検討した。

### (4) 成長式

体長組成のモードによる成長の推定と、椎体輪紋の解析により推定された結果をもとに、ヨシキリザメ雌雄の成長式を求めた。成長式の決定には、Walfordの定差図法(1946)を応用した本永・石岡(1988)のプログラム“BERTLEN.BAS”を使用した。

## 2. 結 果

### (1) 出生時期および出生体長

出生時期を決定するため、543母体の一腹の胎児平均体長と、559個体の体長70cm未満の幼魚の体長頻度分布を月別に求めた(Fig. 2-2)。胎児の体長組成のモードは、6-7月に観察された発生初期とみられる数cmから翌年にかけて大型化し、5-6月に幼魚の体長組成と交錯した。幼魚の体長組成のモードは、5-7月の40cmと60cm付近にモードのみられる双峰型から、右側へ移動し単峰型となった。胎児体長のモードが幼魚のモードと交錯する5-6月は胎児資料が少なく、4月は胎児、幼魚とも資料が得られていない。採集された幼魚の最小体長が30cmであることから、これ以上が出生時の体長と考えられ、胎児体長組成では、12-7月にこの体長の胎児が採集されている。また、最大胎児体長は43cmであり、出生体長は幼魚の最小体長30cmと胎児最大体長43cmの間にあると考えられる。成長式の推定に用いるヨシキリザメの出生時期および出生体長を、胎児から幼魚へ移行する体長組成から判断し、4月1日、36cmと仮定した。即ち、年齢の解析では4月1日を数える毎に満年齢で一才を加算するとした。

### (2) 体長組成からみた成長の推定

四半期別の雌雄体長組成に複数の正規分布曲線をあてはめ、年級群の分離を試みた。体長組成は、雌雄ともに、4月から12月では、30-40cmから180-200cmとほぼ同じ範囲をカバーしていたが、1-3月では、80-220cmと体長範囲が大型魚の方に偏っていた(Fig. 2-3、2-4)。

正規曲線のあてはめに使用したプログラム“PROGEAN.BAS”は、コンピューターと対話形式によるプログラムであり、モードの位置決定に際しての自由度が大きく、ヨシキリザメの成長に関する事前情報(Cailliet and Bedford, 1983; 中野, 1984; 田中, 1984)を加味することができた。また、本プログラムは決定した正規曲線に対してカイ二乗検定によりその適合度を見ることができるので、カイ二乗値が小さくなるよう正規曲線の位置を決定した。



四半期ごとにそれぞれ求められたモードおよび標準偏差を雌雄別に Table 2-1 に示す。計算で求められた年級のモードは時期を追って順次増加していくが、雌雄とも4才魚の第1四半期(1~3月)以降のモードは連続的には増加せず、前後の整合性が悪くなった。

四半期別のモードの位置および標準偏差を図示し、各モードの位置に適合するよう曲線を描いた(Fig. 2-5)。各年級のモードは雌雄ともに、4~12月の期間はよく連続していたが、1~3月期に求めたモードは他の時期に比べて連続性が明確でなかった。

### (3) 脊椎骨輪紋を用いた成長の推定

雌123個体、雄148個体の脊椎骨椎体半径の測定値に、胎児48個体(雌雄込み)の測定値を合せて、体長と脊椎骨椎体半径との関係を雌雄それぞれ求めた。雌雄の関係式の傾きと高さには有意な差がなかったので(傾き:  $P > 0.50$ ,  $df = 363$ 、高さ:  $P > 0.50$ ,  $df = 364$ )、雌雄を込みにして体長と椎体半径の関係を求めた(Fig. 2-6)。本種の体長(BL)と脊椎骨椎体半径(R)との関係式を以下に示す。

$$R(\text{mm}) = 0.026 + 0.055BL(\text{cm})$$

$$(N = 319, r = 0.990)$$

体長と脊椎骨椎体半径は直線関係とみなされた。また Lee 現象、反 Lee 現象等は認められなかった。

**Table 2-1** Median and standard deviation of Gaussian curves adapted to length frequency modes of male and female blue sharks.

Female Age	Apr.-Jun. (n=917)	S. D.	Jul.-Sep. (n=1119)	S. D.	Oct.-Dec. (n=1037)	S. D.	Jan.-Mar. (n=291)	S. D.
0	42.04	38.10-46.00	50.92	43.80-58.04	53.90	50.14-57.64		
1	70.04	62.80-77.28	70.14	65.32-74.98	72.98	65.20-80.76		
2	90.14	82.16-98.12	90.26	82.96-97.56	89.90	82.82-96.98	94.00	91.04-96.96
3	107.76	100.34-115.20	108.10	100.78-115.42	109.88	101.80-117.96	112.20	109.88-115.20
4	127.94	120.16-135.72	127.98	120.08-135.88	135.10	125.64-144.56	127.34	123.78-130.82
5	144.06	138.12-150.00	145.78	141.10-150.48	152.32	147.98-156.68	144.04	137.70-150.38
6	158.10	155.40-160.80	160.00	154.00-165.98	165.84	162.04-169.66	158.10	154.00-162.22
7	166.06	162.56-169.54			178.86	168.18-189.52	169.06	163.94-174.20
8	177.96	173.60-182.34					187.42	180.68-194.16

Male Age	Apr.-Jun. (n=1265)	S. D.	Jul.-Sep. (n=1242)	S. D.	Oct.-Dec. (n=956)	S. D.	Jan.-Mar. (n=357)	S. D.
0	40.98	38.26-43.72	50.26	44.36-56.18	55.74	49.26-62.22		
1	67.90	59.84-74.96	70.96	64.80-77.26	87.12	79.12-95.12		
2	86.00	78.84-93.16	90.46	82.60-98.34	105.18	98.32-112.02	106.92	104.16-109.68
3	102.24	96.06-108.44	111.24	105.14-117.34	122.30	116.96-127.66	119.36	115.94-123.36
4	116.98	111.36-122.60	136.14	127.48-144.82	142.02	135.36-148.90	135.08	129.46-140.70
5	130.98	124.26-135.92	154.20	147.02-161.38	156.94	151.28-162.60	149.02	145.10-152.94
6	145.38	140.08-150.66	173.94	168.34-179.56	174.18	168.98-179.38	160.10	155.76-164.46
7	159.04	155.84-162.24	187.92	181.82-194.04	189.94	187.22-192.68	174.02	168.50-179.56
8	169.94	165.48-174.38					186.68	181.74-191.62
9	182.38	179.74-185.04					198.52	192.86-204.20
10	192.20	189.16-195.24						

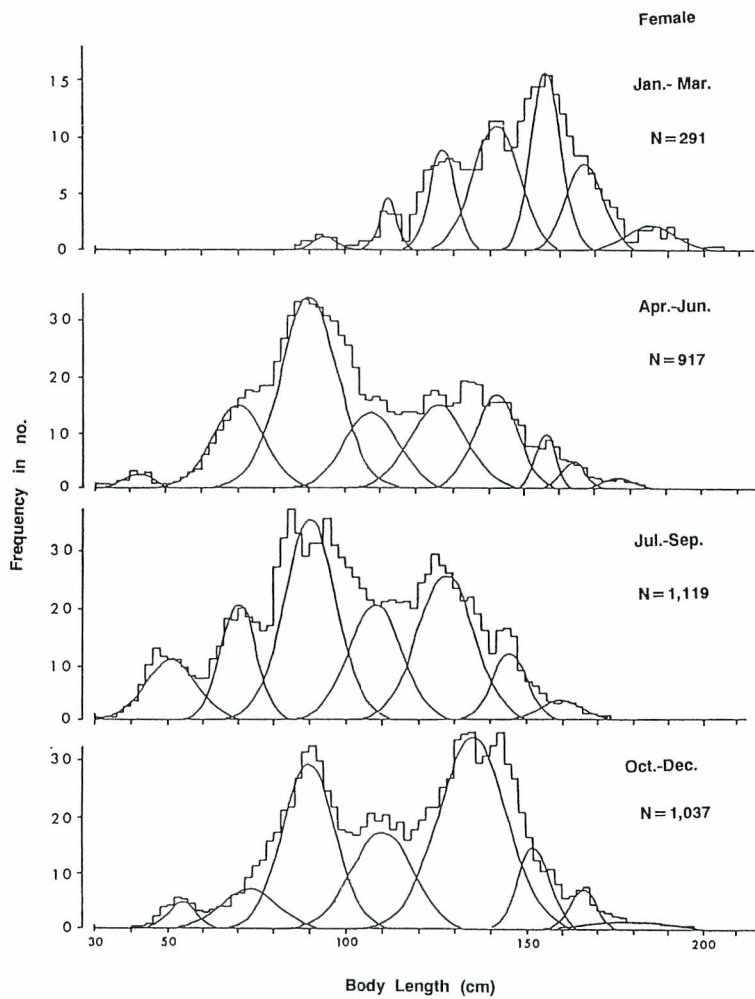


Fig. 2-3. Quarterly length frequency distributions of female blue sharks and fitted Gaussian curves.

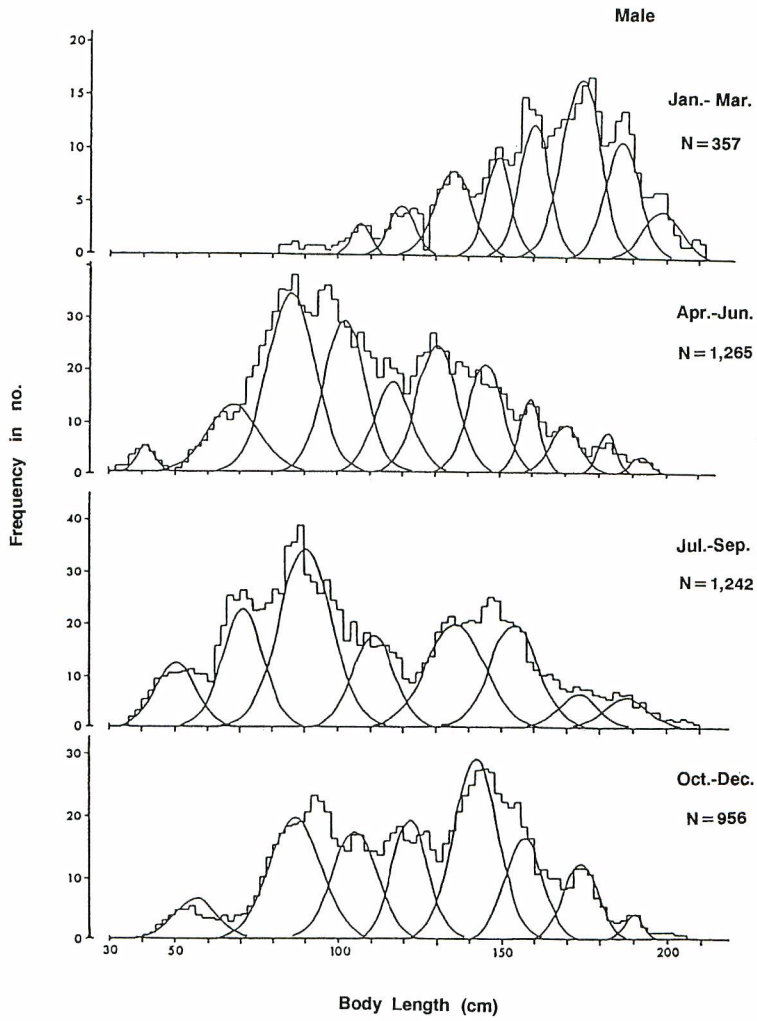


Fig. 2-4. Quarterly length frequency distributions of male blue sharks and adapted Gaussian curves.

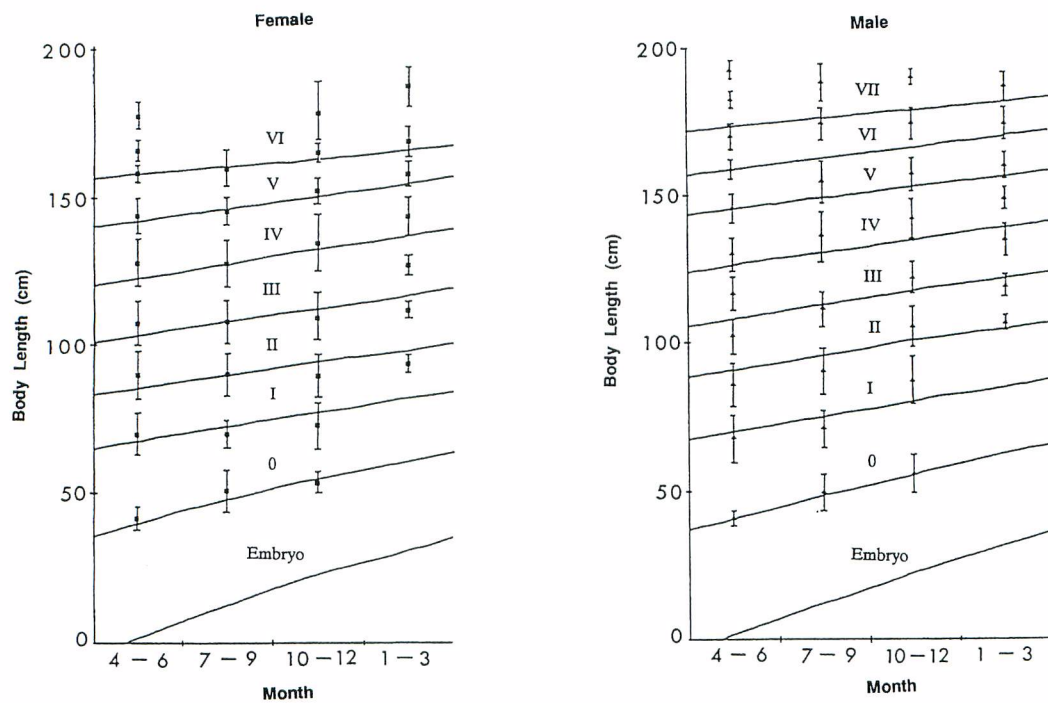


Fig. 2-5. Length frequency modes, standard deviations and adapted growth curves (hand fitted) of blue shark by sex and quarter.

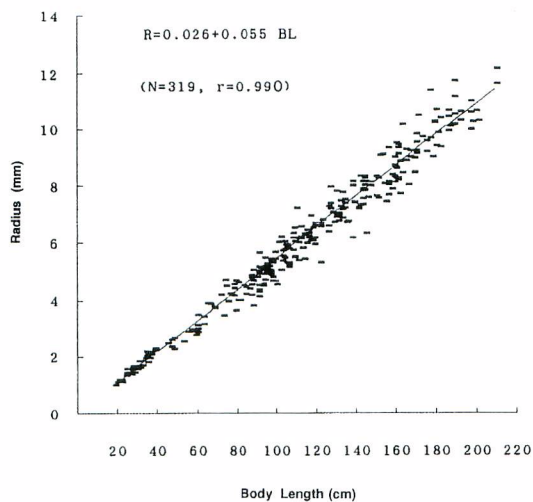
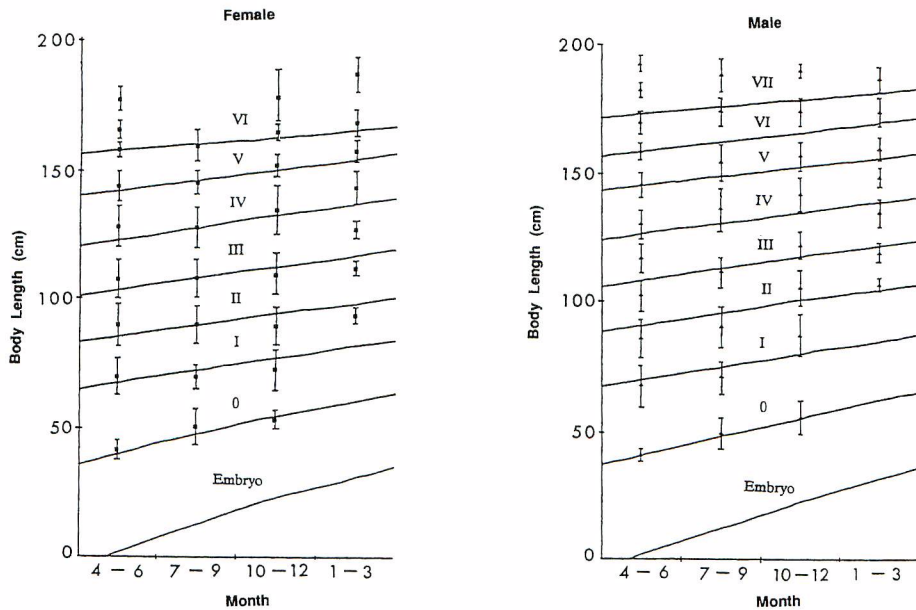


Fig. 2-6. The relationship between blue shark body length and radius of vertebral centrum, including embryos, for both sexes.

**Table 2-2** Average radius of each ring group and the calculated length at ring formation for female and male blue sharks.

ring groups	sample size	average ring radius(mm)									
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1	5	1.59									
2	6	1.52	2.38								
3	19	1.60	2.44	3.40							
4	23	1.64	2.56	3.51	4.52						
5	24	1.61	2.47	3.37	4.29	5.32					
6	21	1.47	2.41	3.46	4.33	5.42	6.61				
7	10	1.67	2.84	3.39	4.58	5.81	6.54	7.54			
8	10	1.46	2.47	3.54	4.32	5.47	6.59	7.52	8.43		
9	4	1.68	2.66	3.70	4.16	5.45	6.31	7.35	8.26	9.10	
10	1	1.98	2.48	2.98	4.78	5.49	6.68	7.47	8.03	9.40	10.73
average(mm)		1.62	2.52	3.42	4.43	5.49	6.55	7.47	8.24	9.25	10.73
calculated length(cm)		29.0	45.4	61.7	80.0	99.4	118.5	135.3	149.3	167.7	194.6
1	7	1.79									
2	15	1.48	2.48								
3	18	1.78	2.56	3.59							
4	17	1.56	2.36	3.40	4.52						
5	27	1.72	2.41	3.48	4.36	5.43					
6	18	1.64	2.57	3.41	4.51	5.59	6.48				
7	8	1.56	2.55	3.44	4.35	5.63	6.61	7.71			
8	19	1.62	2.39	3.44	4.51	5.65	6.45	7.65	8.64		
9	15	1.61	2.58	3.49	4.43	5.23	6.50	7.73	8.54	9.81	
10	4	1.52	2.21	3.43	4.39	5.44	6.30	7.69	8.91	9.53	10.59
average(mm)		1.63	2.46	3.46	4.44	5.50	6.47	7.70	8.70	9.67	10.59
calculated length(cm)		29.1	44.2	62.4	80.2	99.4	117.1	139.4	157.6	175.3	192.1



**Fig. 2-7.** Plots of body length at the time of ring formation and calculated growth curves.

硝酸銀染色で染色した輪紋半径の測定値を、雌雄別、輪群別にまとめ、各輪半径の平均値を求めた (Table 2-2)。各輪群の同一輪紋の平均半径は近似しており、個体ごとの輪紋の位置も大きく変らない。また、輪紋間の距離も、測定した雌雄10輪までの範囲ではほぼ等しかった。各輪の平均半径と、体長-脊椎骨椎体半径との関係式から、輪紋形成時の体長を計算体長として求めた。第1輪形成時の計算体長は、雌で29.0cm、雄で29.1cmであり、第10輪ではそれぞれ194.6cm、192.1cmであった。

#### (4) 輪紋形成時期の検討

輪紋の形成時期および輪紋が1年1輪かどうかを検討するため、椎体縁辺の成長率を求めたが、縁辺では輪紋の識別がしばしば困難であった。また、求めた成長率の値も個体ごとにばらつきが大きく、周期性を確認できなかった。四半期別の体長組成にみられるモードと、標準偏差を考慮してあてはめた曲線上に輪紋形成時の体長をプロットして、輪紋形成が1年に1輪かどうかを検討した (Fig. 2-7)。この図より、雌雄とも1輪は出生前の1月に形成され、2輪は出生直後の6~7月に形成されるとみられた。3輪以降では、雌では8輪を除き1~3月の冬期に形成され、雄では9輪を除き3、7、8輪が1~3月、4、5、6輪が10~12月に形成されると考えられる。これらの結果から3輪以降、輪紋は1年に1輪形成されると考えられた。

#### (5) ヨシキリザメの成長式の推定

上述の結果から、0~4才の若齢魚には、多峰型のモードの位置から見積もった成長を採用し、5才以上の高齢魚では成長の推定が困難なので、脊椎骨椎体の輪紋の読取り値から推定した成長を採用して、雌雄の成長曲線を推定した (Fig. 2-8)。得られた雌雄の成長式を以下に示す。

$$\text{雌: } Lt = 243.3(1 - e^{-0.144(t - (-0.849))})$$

$$\text{雄: } Lt = 289.7(1 - e^{-0.129(t - (-0.756))})$$

求められた成長式のパラメーターは、ヨシキリザメについて推定された既往の成長式のパラメーターに近く、Cailliet and Bedford (1983) や田中 (1984) などの推定値と類似の結果が得られた (Table 2-3)。

### 3. 考 察

本章では、成長曲線を求めるために胎児期と幼魚期の体長組成の検討から、出生時期を4月1日、出生体長を36cmと仮定した。ヨシキリザメ胎児の出生時期および出生体長について、須田 (1953) は北太平洋における調査から出生時期を12~4月、出生体長は30~35cmとしている。また、Pratt (1979) は大西洋における出生時期を3~7月、出生体長を35~44cm (尾叉長) と推定している。本章で仮定した出生時期4月1日と出生体長36cmは、親魚を含む体長組成のモードから推定した結果ともよく適合し、妥当であると考えられた。

雌雄別、四半期別に求めた体長組成は、多峰型を示しているが、この各モードとはべつに4~9月では、雌雄とも体長80~100cmおよび120~150cmの範囲で体長頻度が高くなっている (Fig. 2-3, 2-4)。前者の体長範囲は主に流し網で漁獲され、後者の範囲は主に延縄で漁獲された。これは両漁具の選択性を受けているためと解釈される。中野・島崎 (1988) が報告した本種の網目選択性から、使用された大目流し網漁具の選択性は、使用目合 (118-250mm) から前者の体長範囲80~100cmで最大に作用すると考えられる。また後者の体長範囲は、サメ延縄漁具の選択性が作用する範囲であると判断された。

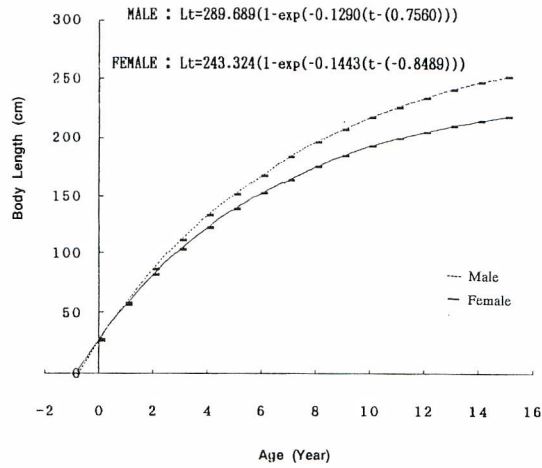


Fig. 2-8. The von Bertalanffy growth curves of male and female blue shark based on length frequency modes and age determination by vertebrae rings.

Table 2-3 Comparison of the parameters of growth curves from previous studies.

Authors	Research Area	sex	Lmax (cm)		K	t <sub>0</sub> (yr)
Aasen(1966)	North Atlantic	Both	394.0	Total Length	0.133	-0.801
Stevens(1975)	North Atlantic	Both	423.0	Total Length	0.110	-1.035
Cailliet and Bedford (1983)	Eastern	Female	241.9	Total Length	0.251	-0.795
	North Pacific	Male	295.3		0.175	-1.113
Tanka(1984)	North Pacific	Female	256.1	Body Length	0.116	-1.306
		Male	308.2		0.094	-0.993
this study	North Pacific	Female	243.3	Body Length	0.144	-0.849
		Male	289.7		0.129	-0.756

また、10～12月には、この高さが逆転し、後者の体長範囲120～150cmの方が高くなり、1～3月では雌で150～170cm、雄で160～190cmの範囲にあった。これは、この時期の調査対象海域が南方域となるため、当海域に分布している本種の体長組成を反映した結果である。これらの高いモードとは別に、多くの体長モードが識別され、特に最も小さい0才魚のモードは4～12月の期間で容易に追うことができた。このモードは、胎児-幼魚間の成長からも同一年級に相当するモードであると判断された。

複数の正規曲線をあてはめた体長組成のモードは、若齢魚では、これを貫くよう描いた曲線とよく一

致した。また、胎児の体長モードともよく連続した。しかし、高齢魚になると各モードの位置が近く、体長範囲も重複しているとみられ、しばしば年級の分離が困難であった。したがって、体長モードから推定した成長は、特に若齢魚で年級の成長をよく表わしていると考えられた。一般に体長組成のモードを複数の年級群に分けるには、年々の成長がよく、年齢間で体長の重なりが少ないものほど容易である(田中, 1956)。板鰓類は長寿命であり、高齢な年級の分離は困難であるため、しばしば他の年齢査定法と組合せて用いられている(Aasen, 1963; Pratt and Casey, 1983; Casey et al, 1985; Brander and Palmer, 1985)。

板鰓類では年齢形質となりうる硬組織が硬骨魚に比較して少なく、脊椎骨椎体を用いるのが一般的である(Ishiyama, 1951; 石山, 1951; Daiber, 1960; Holden and Meadews, 1962; Ketchen, 1975; Stevens, 1975; Tanaka et al, 1978; 田中, 1980など)。ヨシキリザメの椎体に形成される各輪群ごとの同一輪紋半径の平均値は近似しており、輪紋間の距離も規則正しかった。縁辺部では、輪紋の境界はしばしば不明瞭であった。縁辺の成長率(椎体半径と最終輪紋半径との差)を求め、輪紋形成の周期性を検討したが、個体ごとに不均一な値を示し、特定できなかった。この原因として、採集標本に時期や体長による偏りがある点、縁辺部での輪紋読取りが難しい等の問題点があげられる。

体長モードにあてはめた曲線から輪紋形成時を検討すると、雌雄とも第1輪は出生前の2月に、第2輪は出生直後の7月に形成されると考えられた。Stevens(1975)も同様に夏季に採集した本種脊椎骨椎体を調べ、出生直後の夏に出生輪ができる可能性を示唆している。椎体にできる輪紋は椎体凹面あるいは切断面を観察する方法がとられており、輪紋形成周期は椎体縁辺の成長率を用いる方法、テトラサイクリンを注入して放流再捕する方法、X線マイクロアナライザーの使用により構成元素比を解析する方法などにより検討されている(Holden and Vince, 1973; Cailliet et al, 1986; Cailliet and Radtke, 1989)。これらの報告では輪紋の形成時期は冬季にあると報告している。第3輪以降の輪紋では、雌の8輪と雄の9輪を除き雌雄とも10~2月までの間に形成されることから、第3輪以降は1年に1輪、冬季に形成されると考えられた。また雌の第8輪は9月、雄の第9輪は7月と他の輪紋形成時期と異なっているが、これは高齢になると成長曲線がゆるやかになり、推定精度が悪くなる点、また輪紋半径の読取り誤差の双方が影響していると考えた。

本研究で求めた成長曲線は、既往の研究で得られている本種の成長曲線のパラメーターと近似していた(Aasen, 1966; Stevens, 1975; Cailliet and Bedford, 1983; 田中, 1984)。本研究で得られた雌雄の理論的最大体長243.3cmと289.7cmは大西洋から報告されている本種の最大全長383cm(体長に換算して289.3cm: Bigelow and Schroeder, 1948)からみて適正な値であると考えられた。これまでヨシキリザメについて脊椎骨椎体の輪紋から求めた成長曲線は、輪紋の周期性の証明がなく、輪紋が年輪であるか定かでなかったが、体長モードを追跡した資料と比較しても、3輪以上では輪紋形成が1年1輪であると考えるのが妥当である。

本解析で得られた成長曲線から、本種の年間成長量は14cmから29cmの範囲であると見積もられた。北大西洋でStevens(1976)は標識再捕の結果から本種の成長を全長で32cm/年と報告している。同じく米国海洋漁業局(NMFS)が、大西洋で行なっているサメ類に関する標識再捕のデータから、本種の年間成長量は尾叉長で7.6cmから32.1cmまで幅があることが報告されており(Casey et al, 1989)、本研究結果である14cmから29cmはヨシキリザメ個体群の成長として妥当な値であろう。また、本種の成長は、亜寒帯境界付近に出現する他の大型板鰓類であるネズミザメ、アオザメ(*Isurus oxyrinchus*)で報告されている、10~15cm(田中, 1980)および26~40cm(Pratt and Stillwell, 1981; Pratt and Casey, 1983)に匹敵する値である。両種の成長曲線はK値が高く、若齢魚で成長が早く曲線が漸近線に早く近づ



き高齢魚では成長が鈍るのに比較し、本種の成長曲線はK値が低く、成長はネズミザメやアオザメに比較して穏やかであるが高齢魚まで続く点が特徴的である。

### 第3章 ヨシキリザメの成熟

#### 1. 材料と方法

##### (1) 生物測定資料

第1章で述べた、さけ・ます流し網、大目流し網、サメ延縄調査時に得られたヨシキリザメ生物測定資料を解析に供した。調査は周年にわたっており、生物測定項目は、体長、体重、性別、肝臓重量、生殖腺重量、総生殖腺重量、交接器長、交接器の硬軟、精液の有無、卵巢内最大卵径、子宮幅、卵殻腺長、卵殻腺幅、妊娠の有無である。各測定部位を Fig. 3-1 に示した。項目別の測定尾数を月別に集計し Table 3-1 に示す。これら資料は海洋水産資源開発センターの調査活動の一環として収集されたものと、著者がこれら航海の一部に乗船して得たもの、あるいは標本を依頼し、研究室にて測定・調査した資料を含む。

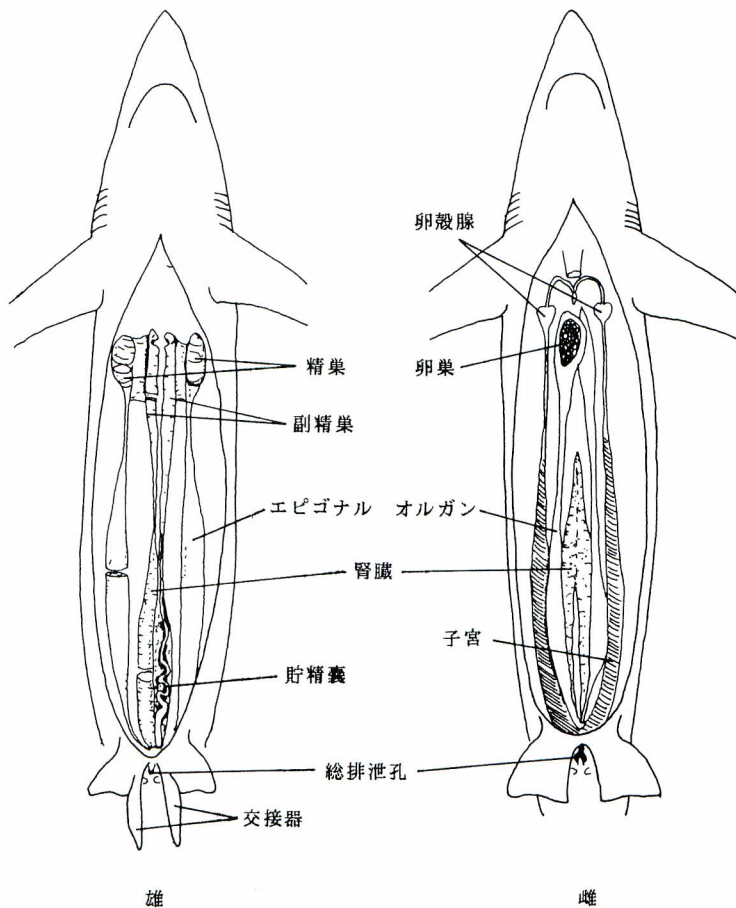


Fig. 3-1. Blue shark reproductive organs (drawing from Pratt 1979).

**Table 3-1** Biological measurements taken and number of blue shark measured during 1978-1987.

	Jun.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
Body length (cm)													
Female	171	155	174	51	381	526	327	362	605	338	407	299	3,796
Male	534	330	255	226	792	409	312	218	807	405	506	229	5,023
Body weight (kg)													
Female	129	106	59	44	196	382	252	361	583	336	407	712	3,567
Male	244	115	38	183	278	214	265	217	779	405	463	224	3,425
Liver weight (g)													
Female	31	2				65	79	57	17	6			257
Male	136	20				56	77	82	21	5		11	408
Gonad weight (g)													
Female	78	70	58	28	54	79	84	187	167	97	135	101	1,138
Male	201	153	101	15	130	87	95	98	169	134	183	77	1,443
Total gonad weight (g)													
Female	87	101	53	42	175	272	173	303	392	228	272	273	2,371
Male	66	92	17	180	275	137	187	136	195	221	331	183	2,020
Male													
Clasper length (mm)	165	150	96	16	131	84	102	101	183	138	78	68	1,312
Sperm	178	108	13	169	267	145	52	72	93	126	173	99	1,495
Female													
Maximum egg diameter (mm)	65	61	50	25	55	70	76	157	150	69	95	98	971
Shell gland length (mm)	66	61	49	27	43	82	69	158	152	83	86	83	959
width (mm)	66	61	49	27	43	82	68	186	152	81	86	84	985
Uterus width (mm)	69	61	50	27	44	80	38	61	141	83	122	100	876
Pregnancy	143	144	167	30	77	77	85	158	154	86	162	123	1,406

体長は cm、体重は kg 単位で測定し、それ以外の長さは mm、重量は g 単位で測定した。生殖腺重量は雄は精巣重量、雌は卵巣重量とし、総生殖腺重量は、雌雄ともにエピゴナルオルガンを含んだ値である。

板鰓類の交接器は成熟とともに伸長し、支持軟骨が石灰化して硬くなり、雄の成熟の指標のひとつとしてよく利用されている (Clark and von Schmidt, 1965; Chen et al, 1981; Stevens, 1983; Stevens and Wiley, 1986)。支持軟骨が石灰化すると関節以外の部位では曲らなくなるので、これを基準に関節以外の部位でも曲るものを軟、関節以外では曲らないものを硬として記録した。また雄について、魚体を開腹後、腹腔背面にある貯精嚢を頭部側から総排泄孔の方向に絞り、精液が出るか否かを観察し、雄の精液の有無を記録した。

雌の卵巣内最大卵径は卵巣を外から肉視観察し、最も大きい卵の卵径を mm 単位で測定した。さらに、調査期間中に得られた妊娠個体668個体分の体長資料を使用し、雌の成熟体長を検討した。

## (2) 組織学的調査

体長範囲61cm から191cm の雄58個体について、精巣をブアン氏液で固定後、パラフィン包埋して組織切片を作成し、デラフィールドのヘマトキシリン-エオジン二重染色を施し、顕微鏡下で観察をおこなった。精巣は体軸に沿って3層に分割し、それぞれの部位について精子形成過程を観察した。

体長範囲70cm から165cm の雌2個体の卵巣の卵径頻度分布を調べた。卵巣は体軸に沿って4つの部位に分割し(頭部側からA~Dとした)、各々について0.25mm 以上の卵径を万能投影機を使用し、0.05

mm 単位で測定した。体長70cm の個体については0.25mm 以上の卵全数を測定した。

## 2. 生物学的特性値

### (1) 体長-体重関係

各月ごとの体長-体重関係の共分散分析を行った結果、月ごとの曲線間に有意な差はなかったため、すべての月の測定値を一括して、雌雄別に体長-体重関係を求めた。

ヨシキリザメ雌2,890個体、雄2,910個体の体長BL(cm)と体重BW(kg)の関係をFig. 3-2に示した。両者の関係は次式で与えられる。

$$\text{雌: } BW = 3.293 \times 10^{-6} \times BL^{3.225} \\ (N=2,890, r=0.992)$$

$$\text{雄: } BW = 5.388 \times 10^{-6} \times BL^{3.102} \\ (N=2,910, r=0.993)$$

両者の関係に雌雄間で有意差が検出され、雌の体重が相対的に雄より重かった( $P < 0.001$ ,  $df=5,796$ )。

### (2) 体長-肝臓重量の関係

雌256個体、雄405個体について、体長(cm)と肝臓重量(g)との関係をFig. 3-3に示した。雌では体長100cm以上で肝臓重量は急激に増加し、体長120cmを越すと個体間で重量のばらつきが大きくなった。妊娠魚の肝臓重量は妊娠していない雌に比べ相対的に軽かった。雄では体長160cmを越すと肝臓重量が急激に増加し、個体間で重量にばらつきが大きくなった。

また、体長階級10cmごとの肝重量指数  $HSI(100 \times LW(kg)/BW(kg))$  を雌雄別にFig. 3-4に示した。雌では、HSIは体長の増加と共に次第に増加するが、体長が150cmを過ぎると急激に減少し、低い値で安定した。雄ではHSIの値は、体長100cm以下では、雌と同様な値を示すが、体長140~180cmにかけて減少し、以後徐々に増加する傾向を示した。

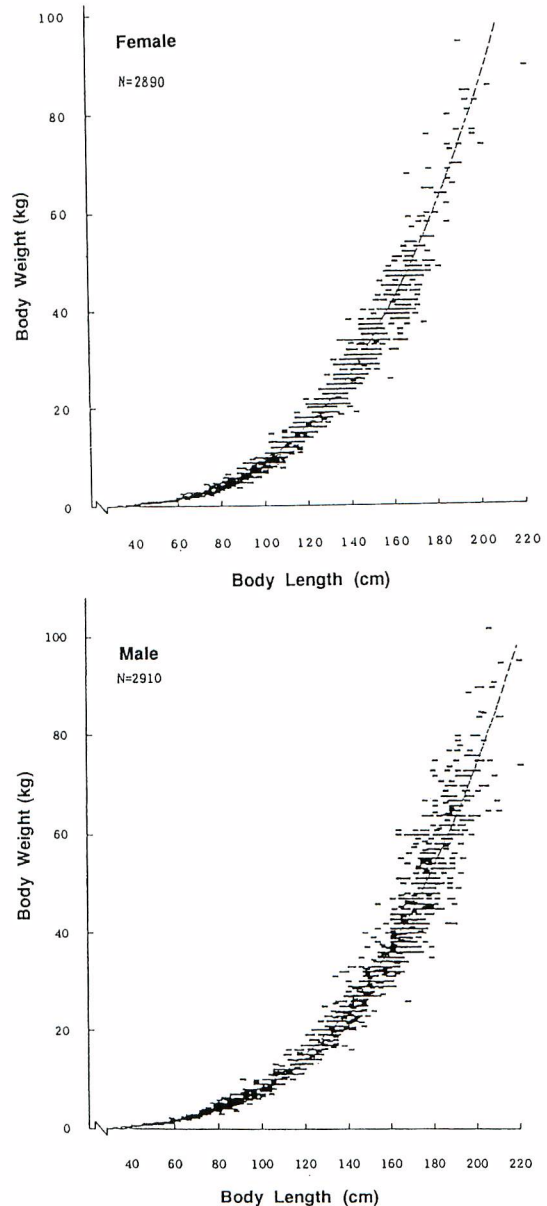


Fig. 3-2. Relationship between blue shark body length and weight.

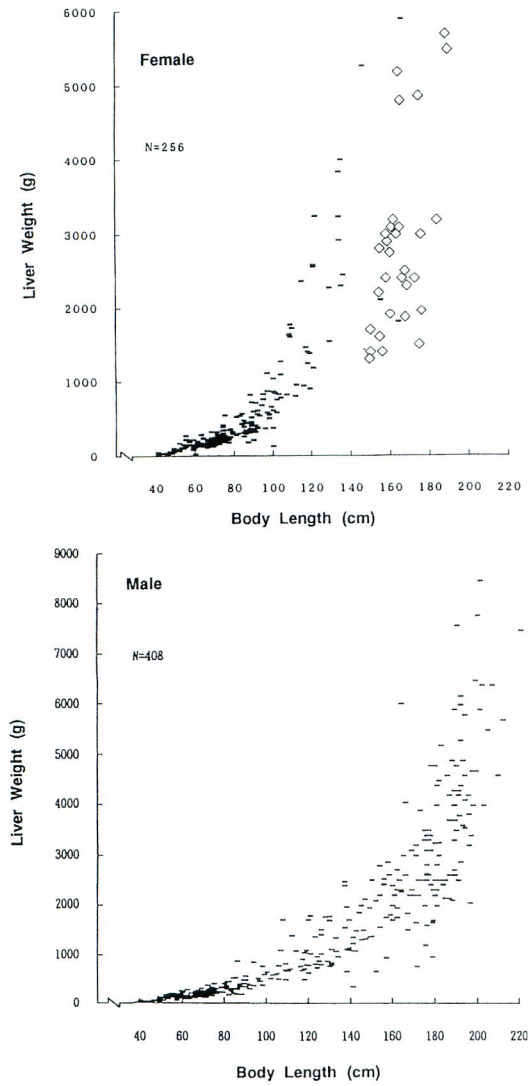


Fig. 3-3. Relationship between blue shark body length and Liver weight. Diamonds indicate pregnant females.

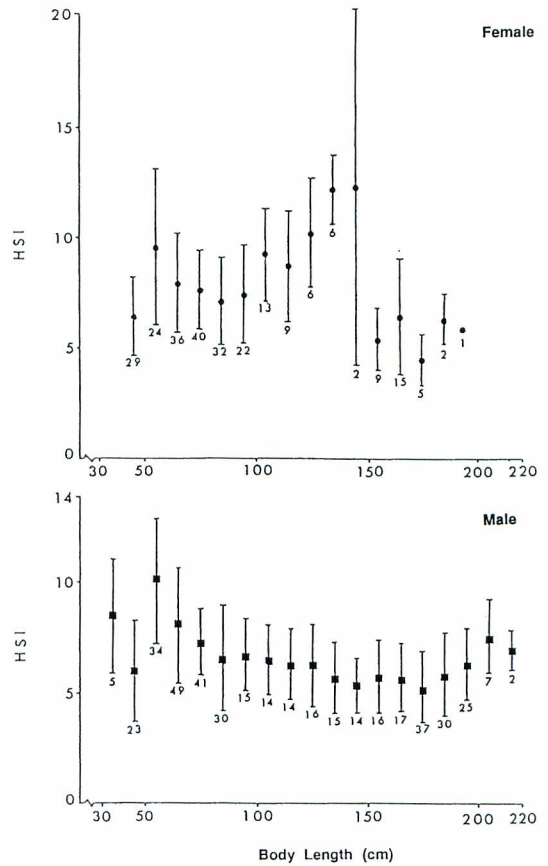


Fig. 3-4. Means and standard deviations of hepatosomatic indices in each 10cm length class for male and female blue sharks.

### 3. 雄の成熟

#### (1) 精巣の発達

板鰓類の生殖器官は硬骨魚類に比べて複雑である。精子は精巣内で形成され、副精巣、輸精管を通り、貯精嚢に蓄えられる (Matthews, 1950 ; Chen et al, 1973)。板鰓類の精巣には、精細管が数多く走り、この内部で精子は形成される。また、層状構造 (Zonation) を持っており、精原細胞は精巣膨大部から精

巢間膜側に向かって精子へと段階的に発達していく (Dodd, 1983)。精巣内部の部位ごとの精子形成の段階的な違いを調べるため、体長160cmの雄の精巣を体軸に沿った3つの部位、頭部側、中央部、尾部寄りに輪切りにした。各切断面の精細管内部の精子形成細胞を観察し、部位ごとの発達の違いを観察したが、3つの部位に違いは観察されなかった。また、ヨシキリザメでも精巣間膜側の精細管内に精子束 (Sperm clump) を形成した精子が観察され (Fig. 3-5)、精巣腹側の外側にある膨大部の精細管内に精原細胞が観察された。一つの精細管内に観察される精細胞はすべて同じ発達ステージにある。精原細胞を含んでいる精細管から、精巣間膜側の精子を含んだ精細管まで発生段階の異なる細胞を含む精細胞が、段階的に層状に並んでいる。

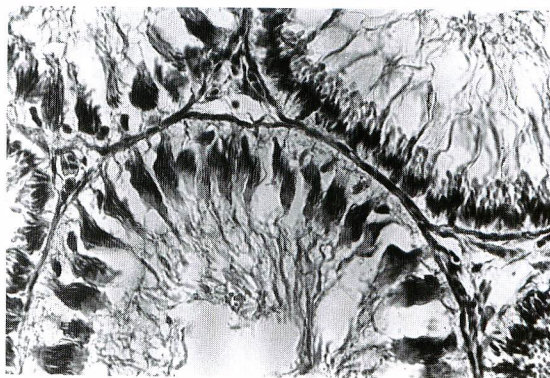


Fig. 3-5. Sperm clump observed in seminiferous ampullas located the mesorchium parts of testis (x200).

どの成長段階から精子が形成され始めるのかを調べるための部位として、精巣の精巣間膜に接合した部分を選び、組織切片を作製し観察した。精子は体長80cm以上の個体すべてに観察された。

#### (2) 成長にともなう精巣重量の変化

雄769個体について体長 (cm) と精巣重量 (g) の関係を、1,590個体について体長と総生殖腺重量 (g) の関係を Fig. 3-6 に示した。精巣重量は体長の増加とともに徐々に増重し、成長に変曲点は認められないが、体長140~160cmを越えると重量のばらつきが大きくなった。エピゴナルオルガン重量を含む総生殖腺重量は体長の増加とともに増加し、体長140~160cm付近から体長に対する総生殖腺重量の幅が広がった。

#### (3) 交接器長

雄163個体について、体長と交接器長の関係を Fig. 3-7 に示した。交接器の硬軟をシンボルで示し、それぞれ精液が確認されたものを黒く表示した。交接器は、体長140cm付近から急に伸長し、160cmを越すと成長は緩やかになる。支持軟骨の石灰化が認められた個体は、体長125cmで出現し、ほとんどの個体は体長140cm以上で出現した。精液は体長128cmから観察された。

#### (4) 体長階級区分からみた精液保有頻度

体長100cm以上の雄977個体について、体長階級10cmごとの精液保有頻度を求めた (Fig. 3-8)。精液は、体長階級120cm台から出現し始め、次第にその頻度を増した。図より50%の雄に精液が認められた体長は153cmであった。

### 4. 雌の成熟

#### (1) 卵巣の発達

雌943個体について体長 (cm) と卵巣重量 GW (g) の関係を、2,177個体について体長と総生殖腺重量

TGW(g)の関係を Fig. 3-9 に示した。卵巢重量は体長の増加と共にしだいに増加し、体長150cm 付近から重量のばらつきが大きくなった。また、妊娠個体の卵巢重量は非妊娠個体に比較して相対的に軽い傾向があった。エピゴナルオルガン重量を含む総生殖腺重量は、体長の増加と共に増重し、体長140cm 付近から特に重量の変動幅が大きくなった。

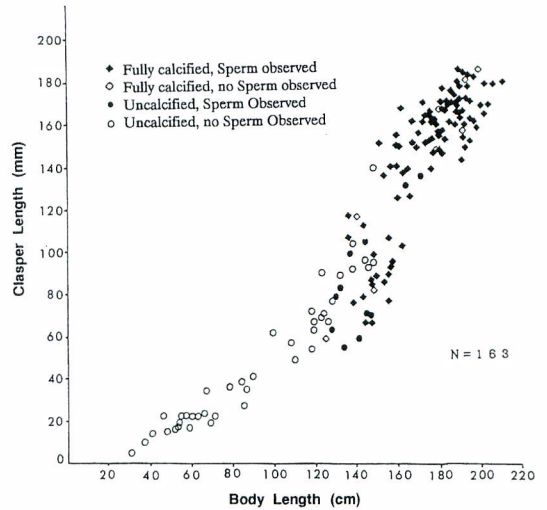
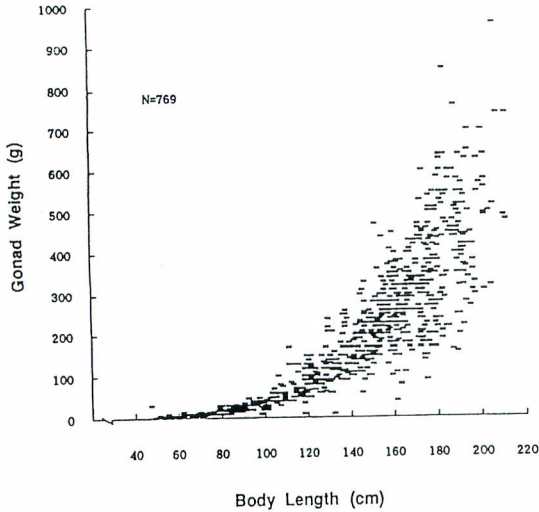


Fig. 3-7. The relationship between blue shark body length and clasper length.

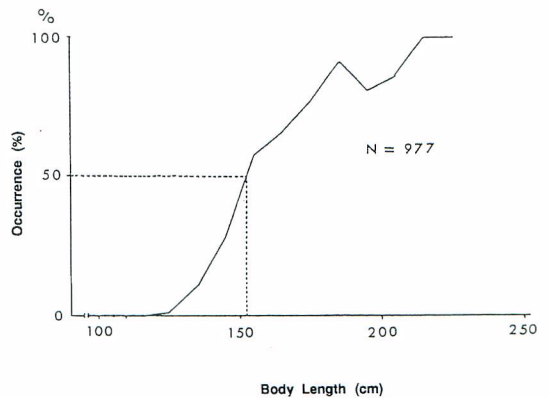
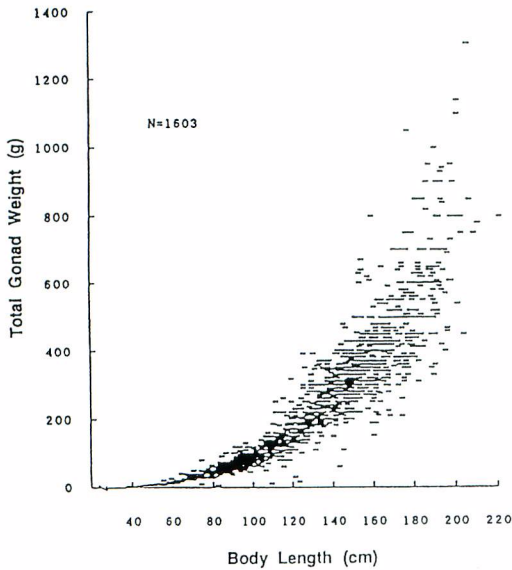


Fig. 3-6. The relationship between blue shark body length and testes weight (above) and total gonad weight (including epigonal organ, below).

Fig. 3-8. Sperm occurrence ratio by 10cm body length for male blue sharks.

卵巣内卵径は体長70cmでは0.25mm~8.25mm、体長165cmの個体では0.25mm~15.75mmの範囲で観察された(Fig. 3-10)。卵巣内卵の出現頻度は卵径が小さいものほど多く、卵径が大きくなるほど少ない。また、体長165cmの卵巣では4つの部位の頭部側から2番目の部位(部位B)で最大卵径の卵が観察された。体長70cmの個体については、0.25mm以上の全卵数を計測した結果、総数936個であった。

測定した772個体の体長(cm)と卵巣内最大卵径(mm)の関係をFig. 3-11に示した。なお、妊娠個体はシンボルを変えて表示した。最大卵径は体長と共に次第に増加するが、妊娠個体の出現する体長140cm付近からばらつきが大きくなった。妊娠個体の卵巣内最大卵径は5~15mmの範囲で観察された。

### (2) 卵殻腺長および卵殻腺幅

成長に伴う卵殻腺の大きさの変化を、卵殻腺長(mm)および卵殻腺幅(mm)を測定することにより求めた(Fig. 3-12)。妊娠個体はシンボルを変えて表示した。卵殻腺長は775個体について、卵殻腺幅は773個体について測定した。卵殻腺長および卵殻腺幅はともに体長の増加に伴い序々に増加し、変曲点など成長の急激な増減は観察されなかった。

### (3) 子宮幅

子宮幅を測定した837個体について、体長(cm)と子宮幅(mm)の関係を求めた(Fig. 3-13)。子宮幅は体長140cm付近まで低い値で緩やかに増加するが、体長140cmを越すと子宮幅の大きな個体が出現し急激な変化を示した。また、体長160cmまでは子宮幅の小さな個体も多数出現した。妊娠個体の子宮幅は妊娠していない個体に比較して顕著に大きく、10~280mmの範囲で多数が100mm以上であった。

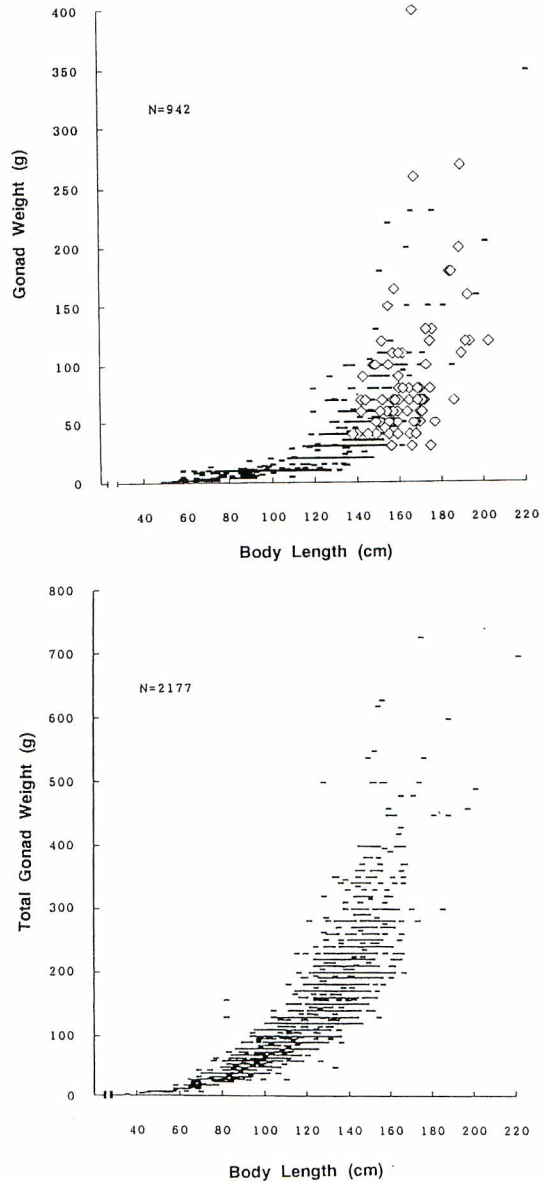


Fig. 3-9. The relationship between blue shark female body length and ovary weight (above) and total gonad weight (including epigonal organ, below). Diamonds indicate pregnant females.

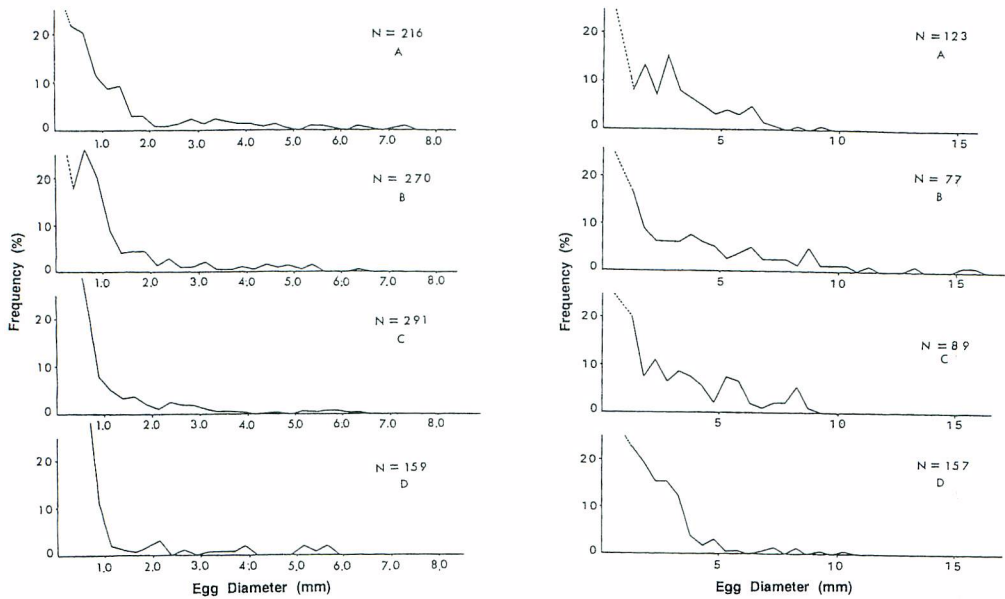


Fig. 3-10. Frequency distribution of ovarian ova diameter in individual blue shark of 70cm (left) and 165cm (right) body length.

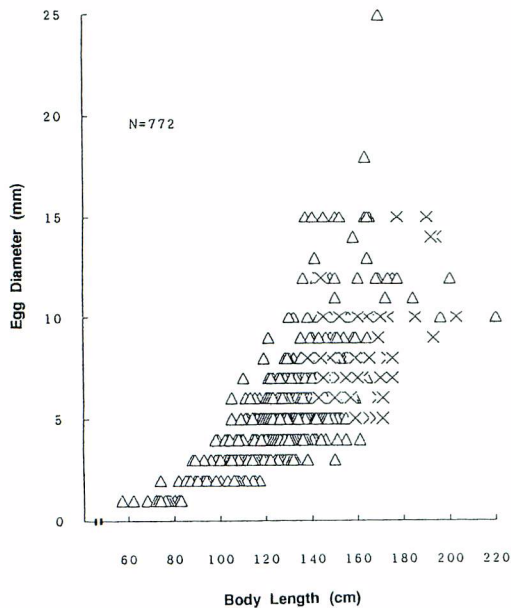


Fig. 3-11. The relationship between blue shark female body length and diameter of maximum ovarian ova. "X" indicates pregnant females.

(4) 妊娠個体の体長組成

妊娠個体668個体について、体長頻度分布および累積度数分布をFig. 3-14に示した。妊娠個体は、体長階級155-160cmにモードのある単峰型を示し、累積相対度数分布で50%-ils(パーセントイル)値は体長159cmであった。妊娠個体は100cmから275cmまでの範囲に出現したが、140cmから急激に増加し、モードは155cmであった。

5. 生殖周期

(1) 雌雄の GSI、TGSi 値の季節変化

体長140cm以上の雄、526個体について、月別のGSI値(100xGW/BW:GW;精巣重量(g)、BW;体重(kg))、および632個体についてTGSi値(100xTGW/BW: TGW;総生殖腺重量(g))を求めそれぞれ標準偏差とともにFig. 3-15に示した。GSIは冬季に高く、夏季に低い傾向があり、特に9月に最低の値を示した。TGSi値もGSI値と同様に冬季に高く、夏季に低い傾向を示した。



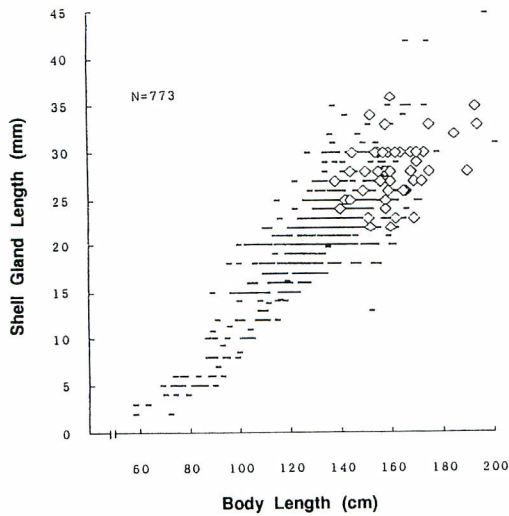
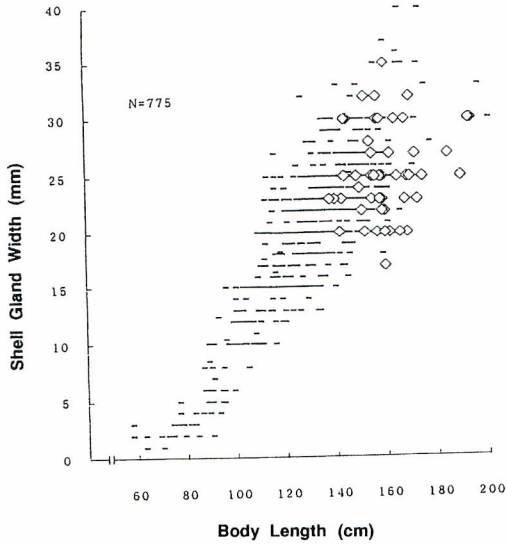


Fig. 3-12. The relationships between blue shark female body length and shell gland length (above) and shell gland width (below). Diamonds indicate pregnant females.

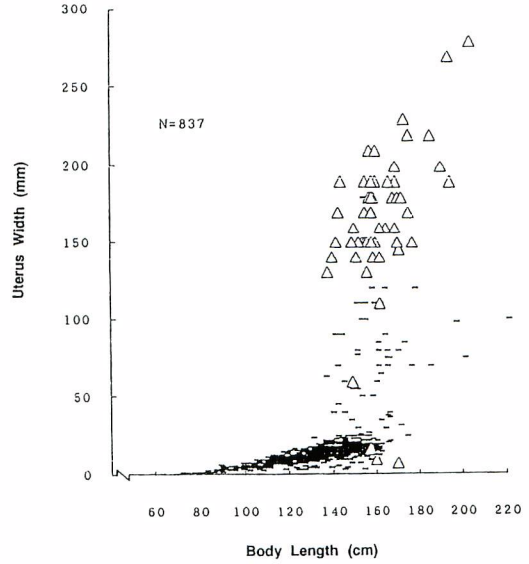


Fig. 3-13. The relationship between blue shark female body length and uterus width. Triangles indicate pregnant females.

雌についても同様に、体長140cm以上の363個体について月別のGSI値、および545個体についてTGSi値と、それぞれの標準偏差を求めFig. 3-16に示した。雌のGSI値は雄と異なり夏季に高く冬季に低い傾向があり、特に8月は最高値を示した。TGSi値もGSI値と同様に夏季に高く冬季に低い傾向があった。しかし、GSI値が8月以降急に下がるのに比較し、TGSi値は9月以降も急には下ならず、緩やかに下降した。

(2) 精液保有率の季節変化

精液の有無を調べた体長150cm以上の雄472個体のうち精子保有雄は367個体であった。月別出現頻度をFig. 3-17に示した。月によっては調査数が著しく少ない。4月を除き、どの月でも精液を確認した雄の出現頻度は50%を越えていた。精液を保有している雄は周年観察され、その出現頻度に季節的な変化は認められなかった。

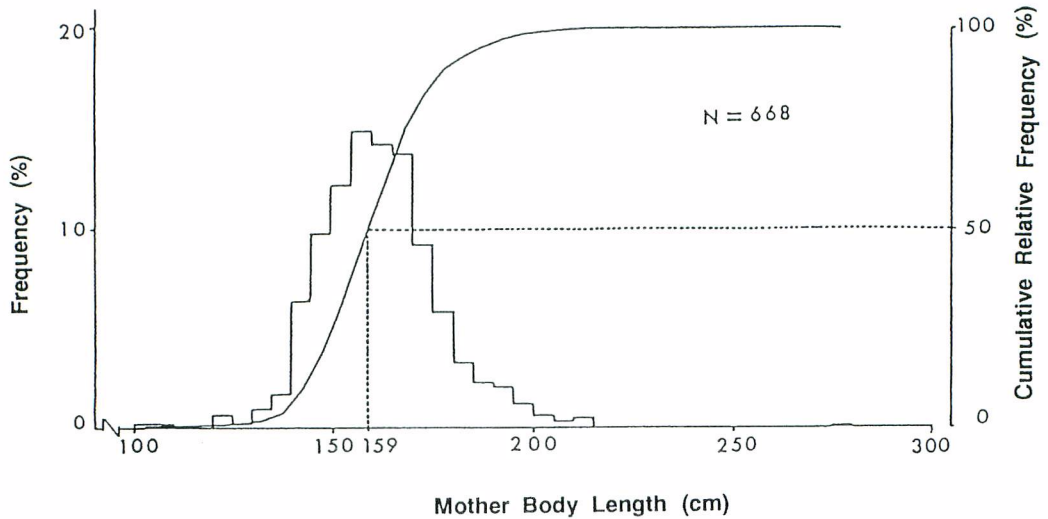


Fig. 3-14. Length frequency distribution and cumulative relative frequency of pregnant females. Broken line indicates 50 percentile values.

### (3) 卵巣卵径の季節変化

卵巣内の最大卵径を測定した体長140cm以上の雌327個体について、月別平均卵径および標準偏差をFig. 3-18に示した。卵径は夏季にかけてだいに大きくなり、9月に下降し、10月に最低値を示した。最大卵径の変化は、雌のGSI値およびTSGI値の変化とよく一致していた。しかし、GSI値で12月、TSGI値では1月に最低値を示すのに対し、卵径は10月に最低値を示し、以後上昇していく点が異なっていた。

## 6. 考 察

ヨシキリザメ雌雄の体長—体重関係に季節的な変化は認められなかったが、雌が雄に比較して相対的に肥満度が高かった。また、雄のHSI値は体成長に伴い緩やかに下降するが、雌では成長に伴い急激に増加し、体長150cm以上で急に下降した。特に妊娠魚の肝臓重量は同体長の非妊娠個体に比較して相対的に軽く、妊娠に伴い雌の肝臓が小さくなる傾向が伺われる。ヨシキリザメは母体と胎児間で胎盤を介して栄養の授受を行なっている(Bigelow and Schroeder, 1948)。したがって、妊娠個体の肝臓重量の相対的な軽さは雌の妊娠生理に関連した変化である可能性がある。

板鰓類雄の成熟の指標には外部形態として交接器の状態がよく用いられる(木部崎, 1954; Clark and von Schmidt, 1965; Wass, 1973; Chen et al, 1981; Parsons, 1983; Stevens, 1983; Stevens and Wiley, 1986)。本研究では、精巣重量、総生殖腺重量、精巣の組織的観察、交接器長、交接器支持軟骨の石灰化の有無、精液の有無等を調べて、ヨシキリザメ雄の成熟体長の判定を試みた。このうち、精巣重量、総生殖腺重量は体成長に従って徐々に増加し、成長に明瞭な変曲点は観察されず、成熟の指標とはならなかった。精巣の組織学的観察では体長80cmから精子が形成されているが、貯精囊で精液が確認されたのは体長128cm以上である。雄の生殖器官は、精巣、副精巣、輸精管、貯精囊であり、精巣で精子が形成されはじめても、貯精囊まで輸送され蓄えられて、解剖時に肉眼で視認できるまでには成長に伴う時間的経過があると考えられた。

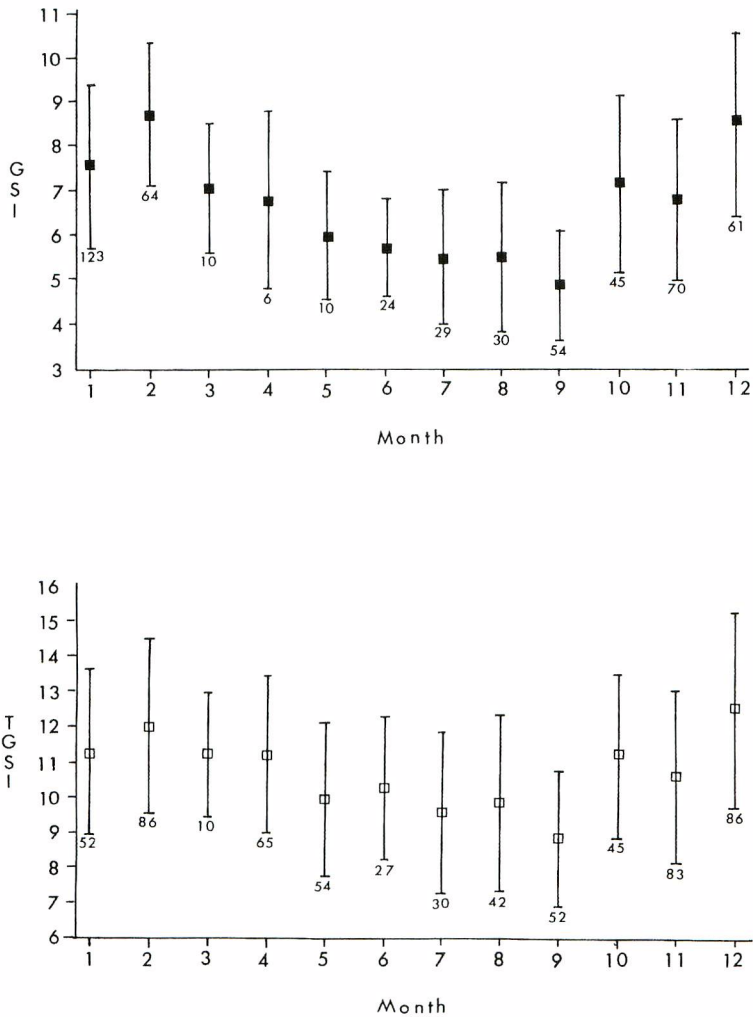


Fig. 3-15. Seasonal change of GSI (above) and TGSI (below) for blue shark males larger than 140cm in body length. Symbols indicate mean and standard deviation. Numerals indicate number measured.

体長に対する交接器の成長には、体長120cm付近に明瞭な変曲点が観察された。また、この変曲点は支持軟骨の石灰化や、精液の有無等の観察と一致し、このことと合せると成熟開始体長は約130cmとみなされる。精液の出現頻度から、50%の成熟体長を求めた結果、体長153cmであった。交接器長と交接器の石灰化、精液の有無を同時に観察した結果からも、体長150cm付近を成熟体長と考えることは妥当であると考えられた。Pratt (1979)は同様な観察から、尾叉長180cm(体長に換算して161cm)を北大西洋のヨシキリザメ雄の50%成熟体長とした。本研究から得られた北太平洋のヨシキリザメ雄の50%成熟体長は、北大西洋に比べてやや小型であったが、妥当な値であると判断された。

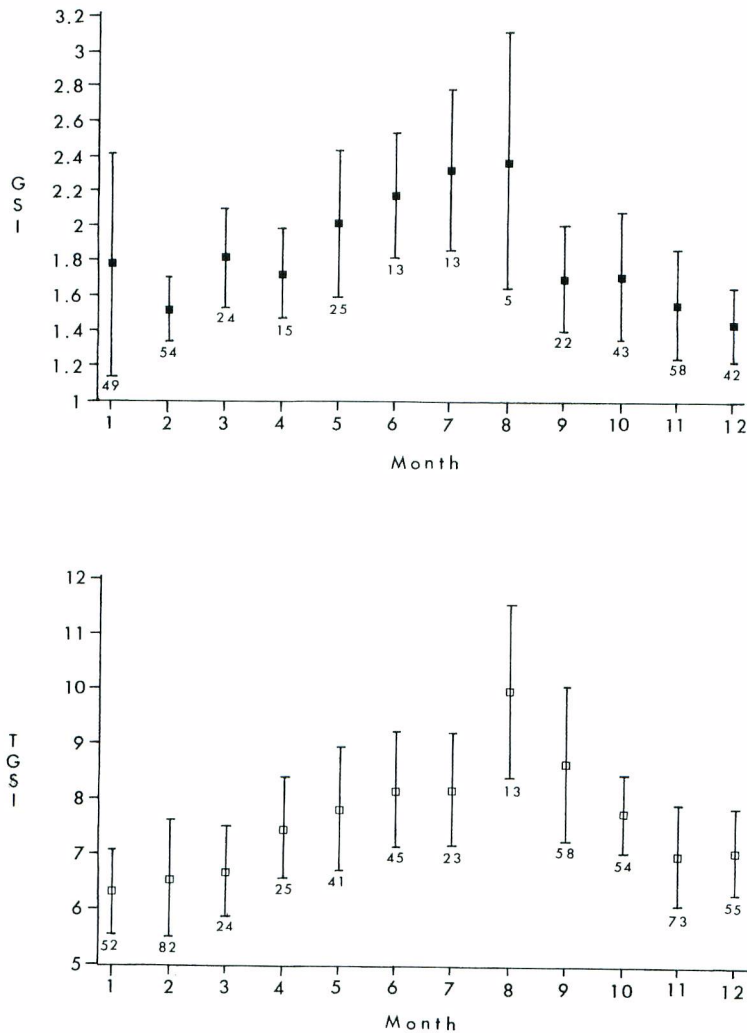


Fig. 3-16. Seasonal change of GSI (above) and TGSI (below) for blue shark females larger than 140cm in length. Symbols indicate mean and standard deviation. Numerals indicate number measured.

卵巣重量、総生殖腺重量、卵径頻度分布、卵巣内最大卵径、卵殻腺長、卵殻腺幅、子宮幅、妊娠個体の体長組成資料等からヨシキリザメ雌の成熟体長の判定を試みた。卵巣重量、総生殖腺重量ともに妊娠個体が出現する体長140cm 付近から、重量のばらつきが大きくなった。卵巣内総卵数の計測では、体長70cm の個体で、卵径0.25mm 以上の卵936個が数えられた。また、卵径頻度分布は小さな卵ほど多く、大きくなる程その頻度は少なくなった。成熟魚と考えられる体長165cm の個体では、最大卵径は、15.75 mm であった。Pratt (1979) は243cm (FL) の妊娠個体の卵巣を調べ、総数およそ1,000以上の卵があり、次回に排卵される卵径6~20mm の123個の熟卵を持っていたと報告している。本研究で調べた165cm

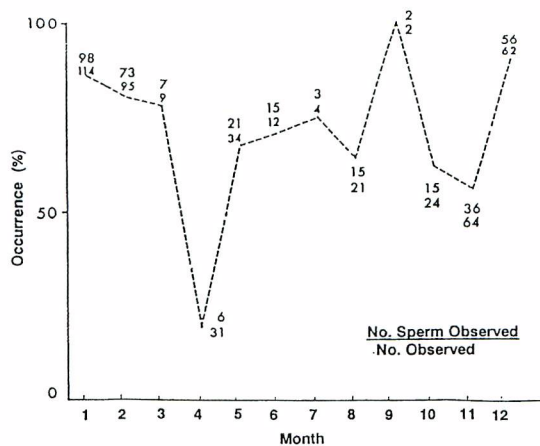


Fig. 3-17. Seasonal change of sperm occurrence ratio observed in blue shark males larger than 150cm body length. Numerals indicate number measured.

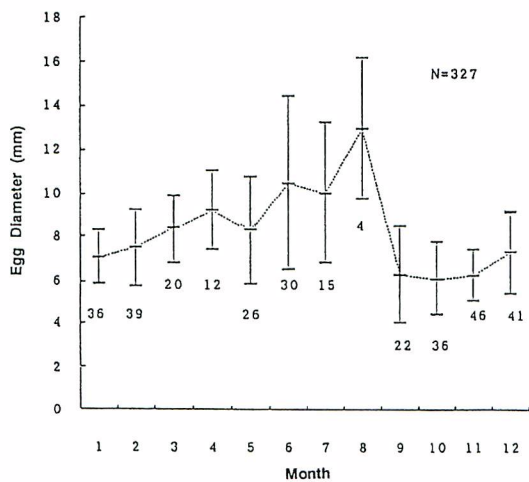


Fig. 3-18. Seasonal change in diameter of the maximum ovarian ova for blue shark females larger than 140cm body length. Numerals indicate number measured.

の雌の卵巣内卵径の頻度分布には、次に排卵される卵群のモードは観察されなかったが、観察した最大卵径15.75mm からみて、次回の排卵までに時間的な隔りがあるためと考えられた。観察された卵巣内最大卵径は25mm であり、妊娠個体の卵巣内卵径は5~15mm の範囲であった。

卵殻腺長および卵殻腺幅は、成長に変曲点が観察されず、成熟の指標とはならなかった。子宮幅は、体長140cm を越すと妊娠魚の出現と共に大きく変動するが、体長160cm までは、子宮幅の小さい個体も多数出現した。体長160cm 以上では、それまでの成長に比べ様に子宮幅は大きいことから、体長160cm 以上の個体は、ほぼすべてが成熟していると考えられた。

以上の結果から、ヨシキリザメの雌は体長140cm 付近から成熟しはじめ、体長160cm を越すとそのほとんどが成熟すると考えられた。雌についても雄と同様に50%成熟の体長をとると、成熟が始まる体長140cm からほとんどが成熟している160cm の間に50%成熟体長がある考えられる。この体長は雄の成熟体長とほぼ同様の体長と考えられ、須田(1953)が雌の生物学的最小形とした体長150cm と矛盾しない。Pratt(1979)は北大西洋のヨシキリザメについて尾叉長185cm(165.8cm BL)を雌の成熟体長としており、雄同様に北太平洋に比べて大きな値となっている。また、これらの値は北大西洋と同様に北太平洋において、本種が雌雄ほぼ同じ体長で成熟することを示唆している。

板鰐類の生殖様式は卵生と胎生に大きく分けられ、胎生は胎盤型、非胎盤型にさらに分類される。ヨシキリザメは胎生・胎盤型であり、その生殖周期は交尾、排卵、受精、妊娠、出産を繰り返すものと考えられている(Pratt, 1979)。

雄の月別平均 GSI 値および TGSi 値は、ともに夏季の9月に最も低く、冬季に高い値を示した。Teshima(1981)は、一般に精巣重量が最低の時期が板鰐類の交尾期であるとしている。須田(1953)は、咬み傷の観察から北太平洋のヨシキリザメの交尾期を6-8月とし、Stevens(1973)は英国水域における咬み跡の観察から、また、Pratt(1979)は咬み傷の観察と卵殻腺内の精子の観察から、北大西洋のヨシキリザメの交尾期を夏季としている。ヨシキリザメ雄の GSI および TGSi 値が夏季に低いことは、夏季の交尾時期を示唆している。精液保有雄の出現頻度には Wass(1973)がハワイのヤジブカ(*Carcharhinus milberti*)で報告しているような、明瞭な季節性は認められなかった。

雌の月別平均 GSI 値、TGSi 値、卵巣内最大卵径の変化は一致して、夏季に高く冬季に低い季節変化を示していた。須田(1953)は、6~7月にヨシキリザメ子宮内に卵が観察されたことを報告している。本研究の卵巣内最大卵径の季節変化は、夏季に排卵がおきていることを示している。Teshima(1981)はホシザメ(*Mustelus manazo*)およびシロザメ(*Mustelus griseus*)で排卵と胎児の発生は連続していることを指摘している。また Stevens and Wiley(1986)はメジロザメ科の *Carcharhinus tilstoni* とハウライザメ(*Carcharhinus sorrah*) で同様に排卵と胚発生は連続しており、年周期で成熟後毎年起きている事を報告している。Pratt(1979)は北大西洋におけるヨシキリザメ雌の生殖周期について、5歳の雌が5~6月に交尾し、翌年5~6月に6歳で卵を受精させ、9~12カ月の妊娠期間の後、7歳で出産する仮説を述べている。さらに雌が妊娠中でも精子を体内に貯えている可能性を指摘している。また、須田(1953)の観察からはヨシキリザメの排卵と胎児の発生が連続している可能性も考えられる。本種の交尾期、排卵時期を夏季とした本研究結果は、須田(1953)、Pratt(1979)らの報告と一致した。

#### 第4章 ヨシキリザメの妊娠と出産

板鰐類の生殖様式は卵生から胎生まで多様である。ヨシキリザメは胎生で、胎児は発生後胎盤を形成し、母体から栄養を受け成長する。Fig. 4-1 は体長175cm の妊娠個体の一腹の胎児(右子宮25尾、左子宮

30尾)と両子宮を示す。胎児(平均体長142.2mm、SD=8.4)には齊帯と胎盤が付属している。本章では、本種の妊娠に関する生物学を明らかにする目的で、全調査期間中に得られた妊娠個体および胎児測定資料を解析した。

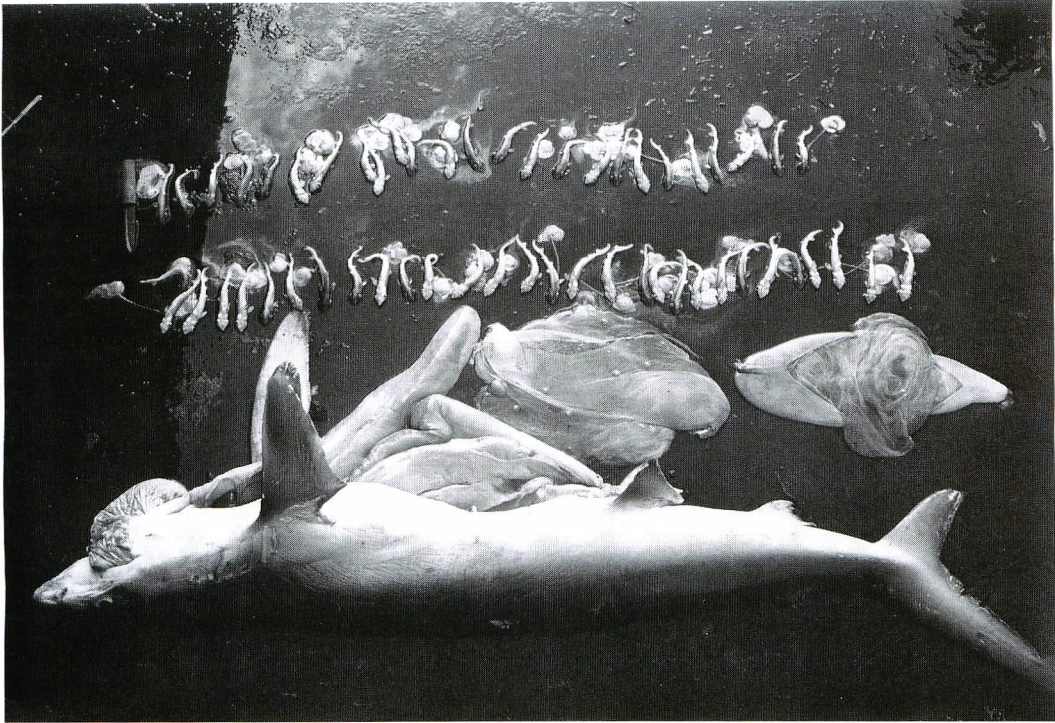


Fig. 4-1. Pregnant female blue shark (BL 175cm), embryos (25 and 30 in right and left uterus, respectively) and uterus.

## 1. 材料と方法

第1章で述べた調査期間中に採集されたヨシキリザメ妊娠個体669個体と胎児14,282個体の測定資料を解析に供した。測定項目は、母体長、一腹当り胎児数、胎児体長、胎児の性別である。各項目ごとの測定個体数を調査年別に Table 4-1 に示した。これら資料を妊娠個体が漁獲された時期および海域別に集計し、一腹当り胎児数、胎児の性比、胎児の成長、妊娠期間、出産時期および出産海域について検討した。

胎児数を調査した母体について平均胎児数を求め、胎児の性別を確認した母体について、一腹の雌雄の均一性を検定した。また、性別がわかっている胎児全体の性比についてもその均一性を検定した。母体長と胎児数を測定した母体について、母体長と胎児数の関係を検討した。

Strasburg(1958)は漁獲直後の妊娠個体が船上で出産したことを報告し、著者も同様な事象を観察している。このような観察から、出産が近いと漁具や採集方法によっては、一部の胎児が出産され、胎児数が実際の胎児数より少なく記録されている懸念がある。そこで、胎児平均体長と一腹当り胎児数の関

**Table 4-1** Measurements taken on pregnant blue sharks and sample sizes.

year	Number of mothers	Mothers BL measured	Mothers fetuses counted	Mothers fetuses BL measured	Mothers fetuses sex known	Total of fetuses counted	Total of fetuses measured
1967	220	220	180	189		4,751	
1968	165	165	163	154		4,123	
1969	17	17	12	14		266	
1970	41	41	37	41		784	
Sub total	443	443	392	398		9,924	
1978	14	13	13	1		353	
1979	64	64	61	59	60	553	1,546
1980	104	104	90	33	10	2,295	738
1982	25	25	25	25	25	560	560
1984	1	1	1	1	1	55	55
1985	18	18	18	18	18	542	542
Sub total	226	225	208	137	114	4,358	3,441
Total	669	668	600	535	114	14,282	3,441

係、採集された月と一腹当り胎児数の関係を検討し、出産近くの母体でそのような現象があるか否かを調べた。

つぎに、採集時期と一腹の胎児平均体長との関係から、胎児の成長と妊娠期間を検討した。同様な目的で、一腹の胎児平均体長の体長頻度を求めて検討した。また、採集海域を緯度10°ごとの海域に分けて、各海域ごとに一腹の胎児平均体長の頻度分布と各月の胎児平均体長を求め、本種の出産海域を推定した。

## 2. 結果

### (1) 胎児数および胎児の性比

胎児数を調査した600母体の胎児数は1尾から62尾の範囲であり、平均胎児尾数は、25.6尾(SD=8.90、n=600)であった。胎児の性別を確認した114母体、総数2,963尾の胎児について一腹ごとの性比を検定した(Table 4-2)。「胎児の性比は1対1である」という帰無仮説は、わずか2母体のみで棄却され、残りの112母体について胎児の性比は1対1であるとみなされた( $P > 0.05$ )。また、胎児2,963個体を一括して、性比の均一性を検定したところ、性比は1対1であるという帰無仮説は棄却されなかった(雌:雄=1,451:1,512、 $\chi^2=1.256$ ; df=1、 $0.50 > P > 0.25$ )。

### (2) 母体長と一腹当り胎児数の関係

胎児数および母体長が測定された599母体について、母体長と胎児数との関係を求めた(Fig. 4-2)。母



**Table 4-2.** Embryo sex ratio and chi-square values for 114 pregnant blue sharks.

female	male	chi-square	female	male	chi-square	female	male	chi-square
14	16	0.033	8	9	0.000	11	17	0.893
9	10	0.000	8	13	0.762	19	17	0.028
21	19	0.025	14	19	0.485	11	12	0.000
12	10	0.045	9	10	0.000	3	5	0.125
13	11	0.042	13	12	0.000	12	12	0.042
15	15	0.033	10	10	0.050	5	7	0.083
16	19	0.114	12	17	0.552	6	11	0.941
19	19	0.026	13	19	0.781	5	13	2.722
16	14	0.033	10	18	1.750	9	10	0.000
10	19	2.207	17	9	1.885	8	16	2.042
8	9	0.000	10	15	0.640	18	15	0.121
13	12	0.000	12	13	0.000	13	6	1.895
6	9	0.267	9	10	0.000	17	17	0.029
14	10	0.375	13	12	0.000	9	9	0.056
21	15	0.694	15	13	0.036	16	6	3.682
9	7	0.063	9	6	0.267	6	9	0.267
12	14	0.038	8	19	3.704	13	19	0.781
9	13	0.409	17	15	0.031	17	14	0.129
19	9	2.893	10	5	1.067	17	11	0.893
7	7	0.071	14	13	0.000	17	10	1.333
8	6	0.071	12	9	0.190	16	15	0.000
5	5	0.100	36	23	2.441	23	15	1.289
13	20	1.091	10	7	0.235	10	14	0.375
10	9	0.000	11	25	*4.694	19	12	1.161
15	19	0.265	10	16	0.962	7	16	2.783
21	17	0.237	14	8	1.136	12	19	1.161
17	27	1.841	21	12	1.939	19	22	0.098
17	27	1.841	19	10	2.207	10	23	*4.363
30	28	0.017	2	7	1.778	15	19	0.265
13	15	0.036	2	2	0.250	13	17	0.300
11	7	0.500	22	33	1.818	13	9	0.409
16	15	0.000	12	7	0.842	16	11	0.593
16	10	0.962	7	9	0.063	10	20	2.700
14	7	1.714	12	11	0.000	13	16	0.138
2	2	0.250	10	10	0.050			
6	16	3.682	13	14	0.000			
4	7	0.364	17	18	0.000			
8	10	0.056	2	4	0.167			
14	11	0.160	15	14	0.000			
22	22	0.023	20	15	0.457			

\* Significant at 5% level.

体が大きいと胎児数も増加する傾向が認められたが、相関係数は低い( $r=0.299$ ,  $N=599$ )。母体長と一腹当り胎児数の関係は以下の式で表された。

$$\text{Litter Size} = -3.346 + 0.179x \text{ Mother Body Length(cm)}$$

胎児体長と胎児数の関係は、一腹内の平均体長10cm以下の胎児では25尾以下でやや低いが、体長35cmまでは25尾前後ではほぼ一定である(Fig. 4-3)。胎児体長が35cm以上になると、標本数は少ないが胎児数は減少している。35cm以上とこれ以下の体長グループで検定した結果、平均値に有意差が検出された( $p<0.05$ ;  $t=2.148$ ,  $df=490$ )。月ごとの平均胎児数は、1年を通じて20~30尾の間であった(Fig. 4-4)。

## (3) 胎児の成長と妊娠期間

胎児の成長の検討のため、537母体の一腹の胎児平均体長を採集された時期ごとに Fig. 4-5 に示した。妊娠個体は採集された時期に偏りがあり、9～10月、4月等は採集母体数が極端に少ない。6～7月は体長10cm以下の胎児をもつ母体が多く採集され、翌5月にかけて、胎児体長は増加し、30cm以上となった。母体543尾分の胎児平均体長頻度を月別に示した(Fig. 4-6)。胎児の体長モードは、6～7月の数cmから右に移動し、翌5～6月の体長は30～40cmであった。各月の胎児体長範囲は広く、最も小さい0～2cmの体長階級の胎児は、6～7月の他に12月、2月にも出現したが、妊娠期間は6～7月から翌年の4～5月までの11～12カ月と推定された。

## (4) 出産場の推定

ヨシキリザメ妊娠個体は、周年にわたり採集された。また、赤道域から43°Nまで、130°E～140°Wにおよぶ広範な海域で採集された。これら妊娠個体の胎児平均体長を緯度10°ごとに集計し、体長頻度分布を検討した(Fig. 4-7)。各緯度10°ごとの海域にわけて集計したヨシキリザメ胎児の体長モードは、北側の海域ほど大きくなる傾向があった。

次に、緯度10度ごとの海域別、月別に胎児体長を集計し、平均体長と標準偏差を求めた(Fig. 4-8)。胎児平均体長は、6～7月の0°～10°Nの海域の数cmから、翌5月の最大値30cm以上に成長する。また北側の海域ほど各月の胎児平均体長は大きい傾向があった。

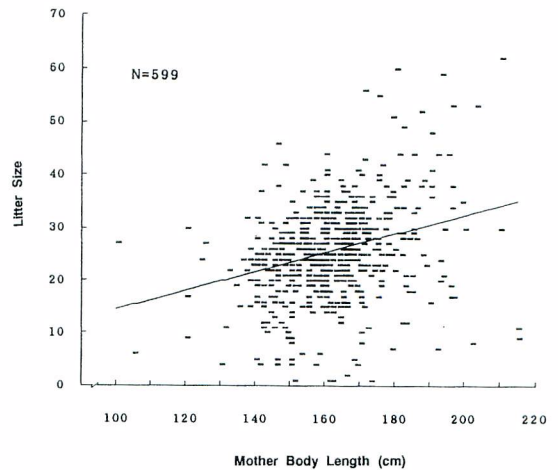


Fig. 4-2. The relationship between female blue shark body length and litter size.

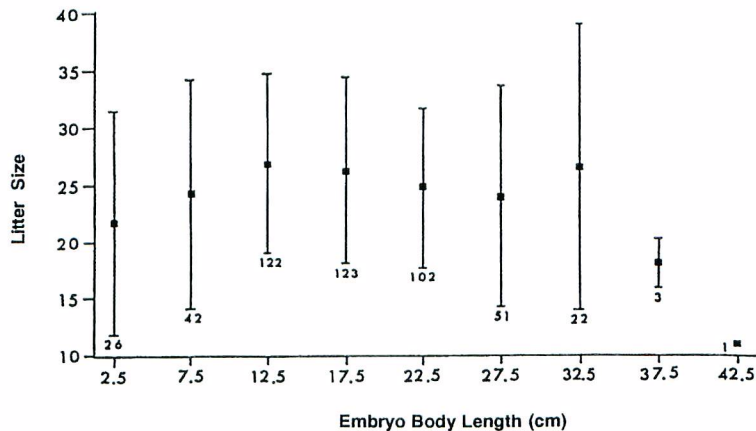


Fig. 4-3. Blue shark mean litter size and standard deviations in each embryo body length class. Numerals indicate number measured.

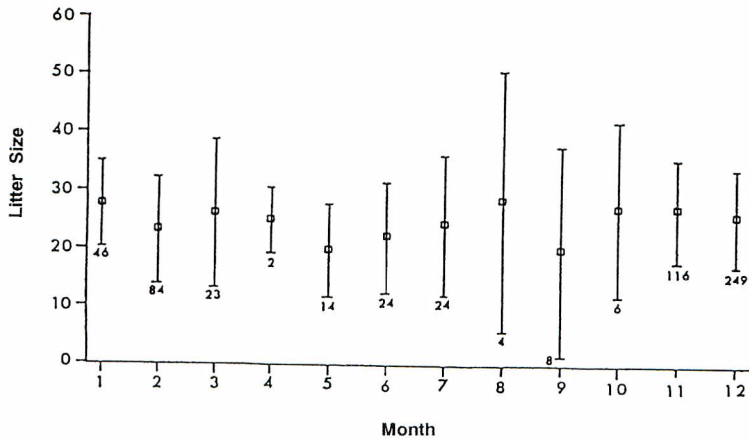


Fig. 4-4. Monthly change in litter size of blue shark and standard deviations. Numerals indicate number measured.

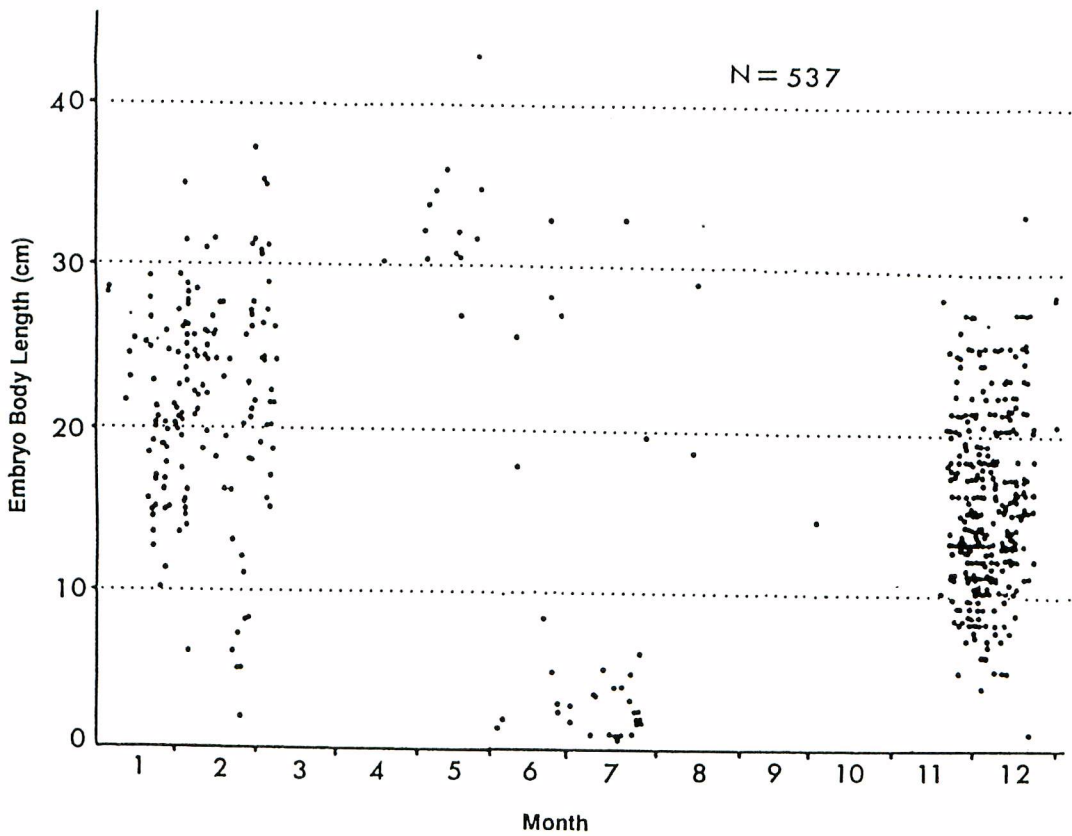


Fig. 4-5. Seasonal change of average blue shark litter embryo body length.

妊娠個体が多数採集された40°N以南の海域と40°N以北の海域を区分けして Fig. 4-9 に示した。40°N以南海域の胎児平均体長は6月から翌5月にかけて数cmから、30cm以上に増加し、母体内の胎児の成長を表わしていると判断された。これらの観察結果から、30°~40°Nの海域が本種の出産場になっている可能性が示唆される。

### 3. 考察

本研究では、ヨシキリザメの胎児数は一腹平均25.6尾、胎児の性比は一腹でほぼ1対1との結果を得た。須田(1953)は同じ北太平洋の赤道域および日本周辺の海域における胎児数を平均約30尾、性比は1対1と報告しているが、標本数が47個体と少ない。また、Strasburg(1958)は、180°以東の北太平洋について、胎児数4~40尾と報告しているが平均値を示していない。本研究で得られた値は標本数も600と多いことから、妥当な値とみなされる。本研究で得られた胎児数の最高値は62尾であり、北大西洋(Pratt, 1979)、インド洋(Gubanov and Grigor'yev, 1975)でそれぞれ報告されている値82尾、135尾より少なかった。

母体長と一腹当り胎児数の関係は、Ketchen(1972)がアブラツノザメ(*Squalus acanthias*)で、Parsons(1983)が大西洋のSharpnose shark(*Rhizoprionodon terraenovae*)で報告している。Ketchenの求めた相関係数 $r$ は0.572で、本研究におけるヨシキリザメ( $r=0.299$ )に比較し高い相関を示しているが、相関そのものは低い。一方Parsons(1983)は大西洋のSharpnose sharkで胎児数は母体長が増すと著るに増加すると報告している。本種については母体長と一腹当り胎児数に明瞭な相関はないと判断された。

胎児体長と胎児数の関係および月別胎児数を求めた結果、体長35cm以上の胎児では標本数が少ないが、胎児数が20以下と少なく、

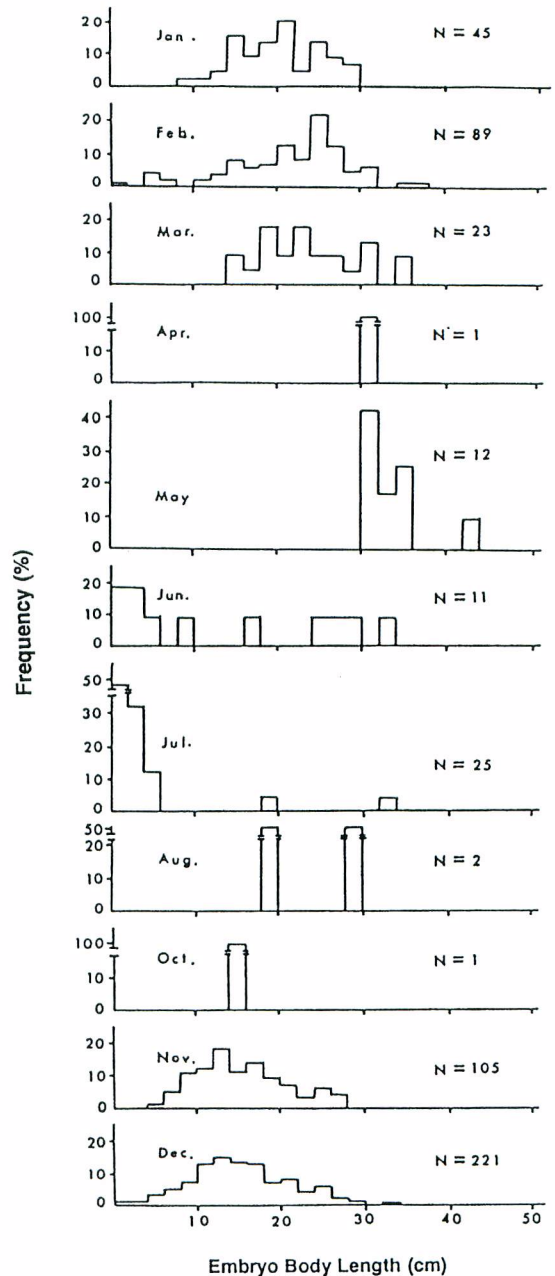


Fig. 4-6. Monthly length frequency distribution of average embryo body length in blue shark litters.

出産が近い胎児では採集時に一部は出産されていた可能性がある。特定の月に胎児数が減少する傾向は認められなかった。

胎児の成長と妊娠期間について、須田(1953)は北太平洋で9カ月前後とし3~4月を出産の終了時期としている。また、Pratt(1979)は北大西洋で9~12カ月と報告し、出産期を3~7月と推定している。本研究結果では胎児体長の時期的変化からみて、体長が最大となる5~6月が出産のピークと考えられた。須田(1953)は、本種の出産の終了期を3~4月と述べているが、調査の対象海域は、北太平洋西部の赤道域と日本近海に限られており、本研究で対象とした亜寒帯境界周辺および北太平洋の広域を対象としていない。即ち、出産場への回遊途上において採集された妊娠個体から判断したものと考えられる。

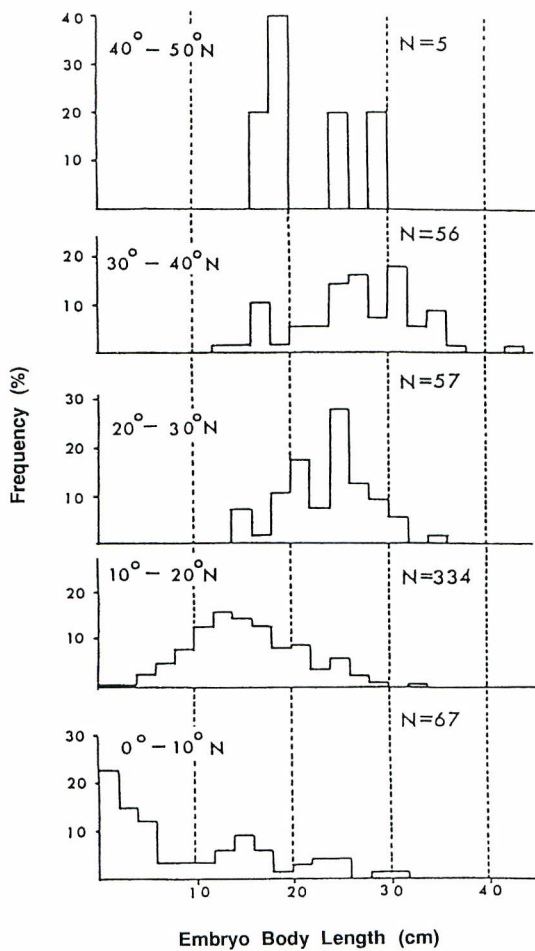


Fig. 4-7. Length frequency distribution of average embryo body length in blue shark litters by 10° latitude area.

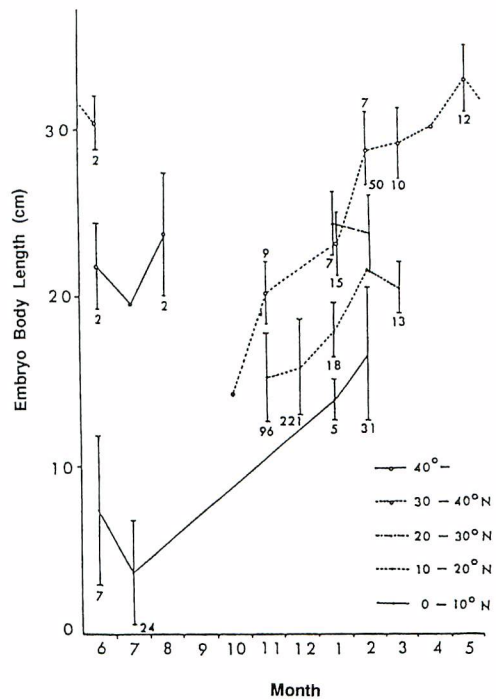


Fig. 4-8. Seasonal change of mean embryo body length in blue shark litters by 10° latitude area. Numerals and bars indicate number of pregnant females and standard deviation, respectively.

体長数 cm の小さな胎児は、6～7月に集中して出現したことから、妊娠期間は、6～7月から翌年の5～6月までの11～12カ月と、Pratt(1979)の推定9～12カ月に近い結果を得た。採集されたヨシキリザメのうち、出産後まもないと考えられる最小体長は31cmであり、一方、体長30cm以上の胎児は1月ごろから出現している。これらのことから、出産は1月から6月ごろまでの期間であると考えられる。また、出産体長は、5月の胎児平均体長33cmおよび胎児の月別体長頻度分布からみて、30～35cmと推察され、須田(1953)の推定値と同様の結果を得た。

ヨシキリザメの出産場については、中野ら(1985)が北太平洋においては30°N以北の海域がこれにあたるとしている。またPratt(1979)は沿岸で出産直後とみられる小型魚が漁獲されないことから本種の沖合での出産を示唆している。妊娠個体当りの胎児平均体長を月別、海域別に求めた結果、北側の海域ほど体長は大きくなっており、母体内の胎児の成長を考慮すると、本種は低緯度海域で胚発生し、およそ1年後、主に30°～40°Nの海域で出産されると考えられた。

## 第5章 ヨシキリザメの回遊

### 1. 材料と方法

本章では1章で述べた操業記録と生物測定資料をもとに、体長、性別、妊娠に関して解析した。本章で解析した資料の出所をTable 5-1に示した。また、妊娠個体が漁獲された調査点の操業記録を基に、妊娠個体の移動を解析した。

時期別、海域別に集計した性比の均一性を検定し、季節あるいは海域別に性比の変化を検討した。体長測定資料は、大目流し網とさけ・ます流し網調査で得られた資料を込みにし、また、マグロ延縄調査とサメ延縄調査資料を込みにして、体長50cmごと、雌雄別に緯度経度5°のグリッド毎に集計した。同様に集計した漁獲努力量(使用反数、使用釣数)で、前述の集計値を割って1,000を乗じ、グリッド毎の体長別CPUEとした。

1984年のさけ・ます流し網調査資料について、北星丸、おしよ丸の海洋観測資料(各層水温および塩分)から海域を区分し、ヨシキリザメ漁獲との関連をみた。さらに同年の各操業点ごとの性比、CPUE(100反当たり漁獲尾数)を求め、雌雄それぞれ体長範囲50cmごとの漁獲尾数に対する割合を求めた。また、表面水温と漁獲体長との関係を雌雄別に検討した。

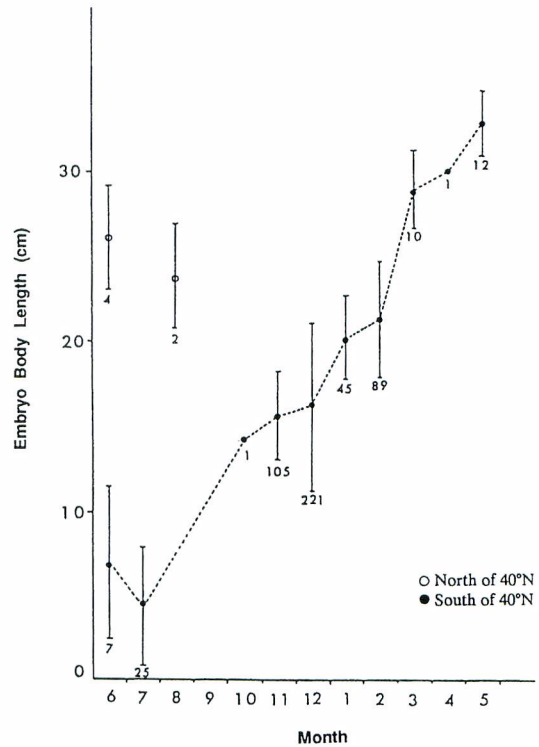


Fig. 4-9. Seasonal change of mean embryo length in blue shark litters in the north Pacific. Numerals and bars indicate number of pregnant females and standard deviations, respectively.

**Table 5-1.** The numbers of blue shark measured by each research cruise in this study.

Research	Vessel name	Year	Month	Number of sets	Number caught	Number measured	Female	Male
Salmon gillnet research								
	Kanki-maru No. 58	1984	8 - 10	35	301	190	81	109
	Oshoro-maru	1984	6 - 7	19	162	56	33	23
	Hokusei-maru	1982-87	6 - 7	62	361	415	228	187
Sub total				116	824	661	342	319
Large-mesh driftnet research								
	Shinyo-maru	1978-79	6 - 1	146	28,230			
	Shinyo-maru	1979-80	4 - 2	187	19,028	1,340	398	942
	Shinyo-maru	1980-81	4 - 3	176	13,426	2,432	1,335	1,097
	Shinyo-maru	1981-82	4 - 2	184	10,664			
	Shinyo-maru	1982-83	4 - 2	186	6,916	1,304	367	937
Sub total				879	78,264	5,076	2,100	2,976
Shark longline research								
	Hoyo-maru No. 77	1978-79	6 - 2	152	2,802	2,783	1,830	953
	Hoyo-maru No. 53	1979-80	4 - 3	149	4,376	4,204	3,289	915
	Hoyo-maru No. 53	1980	4 - 12	135	5,326	5,177	2,682	2,495
	Hoyo-maru No. 53	1981-82	4 - 3	180	6,587	6,346	1,196	5,150
Sub total				616	19,091	18,510	8,997	9,513
Tuna longline research								
	Etuzan-maru	1968-69	5 - 6	79	562	274	116	158
	Iwate-maru	1968-71	1 - 7	328	1,023	1,009	361	648
	Fukushima-maru	1967-69	5 - 10	238	591	496	221	275
	Wakachiba-maru	1967-70	3 - 12	173	1,412	1,178	493	685
	Shonan-maru	1967	5 - 7	47	360	349	96	253
	Wakatori-maru	1967-69	2 - 10	186	474	428	84	344
	Umisachi-maru	1967-70	1 - 12	236	786	731	71	660
	Ehime-maru	1967-68	5 - 1	60	168	96	10	86
	Kanou-maru	1968-69	11 - 2	28	104	67	8	59
	Miyako-maru	1968	10 - 12	35	101			
	Riasu-maru	1968-69	10 - 2	52	165	165	14	151
	Genyou-maru	1968	6 - 7	33	46			
	Kagawa-maru	1968	9 - 10	18	27	27	10	17
	Wakashio-maru	1967	11 - 12	19	94	94	28	66
Sub total				1,532	5,913	4,914	1,512	3,402
Total				3,143	104,092	29,161	12,951	16,210

四半期別に妊娠個体が漁獲された操業点をもとに、妊娠個体の移動を検討した。同様の目的で、妊娠個体655個体について月別、緯度10°ごとの採集尾数と胎児平均体長を求めた。

以上の結果をもとに北太平洋におけるヨシキリザメの回遊について考察した。

## 2. 分布特性

### (1) 性比

1978年から1982年のさけ・ます調査用流し網、大目流し網、サメ延縄調査時に得られたヨシキリザメ漁獲資料を、年、月、調査船別にまとめ各々の性比を求めた。性比について雌雄の均一性を検定した結果、52標本中の38標本に有意な差がみられた(Table 5-2)。このうち雌が卓越している海域は、周年にわたる三陸沖合と夏季を中心とした亜寒帯海域である。雄が多いと判断された海域は亜寒帯境界以南の外洋域にある(Fig. 5-1)。

### (2) 成長段階ごとの分布域

大目流し網およびさけ・ます流し網で漁獲された体長50cm未満の個体は、雌雄とも調査海域の35°~50°N、150°E~125°Wに至る海域で漁獲され、北米沖合の40°~45°Nに雌が漁獲されたグリッドがあった(Fig. 5-2)。体長50~100cmの個体は雌雄ともに、35°~50°N、145°E~125°Wの範囲で主に漁獲され、雌雄で顕著な差異はなかった(Fig. 5-3)。30°~35°Nの海域で雌は2グリッド、雄は4グリッドで漁獲されているが、いずれもCPUEは小さかった。体長100~150cmの個体について、CPUEの高いグリッドは雌で35°~50°N、特に40°N以北にCPUEの高いグリッドが多く、一方雄では30°~45°Nの海域、特に40°N以南の海域でCPUEの高いグリッドが多く観察された(Fig. 5-4)。体長150cm以上では、CPUEの高いグリッドは、雌では40°N以南、雄では35°N以南に多く観察された(Fig. 5-5)。東西で見ると、雌では

**Table 5-2** The monthly sex ratio and chi-square values for each research cruise during 1978-1982.

Year	Vessel	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.
1978	Hoyo no. 77		358:466	121:145	180:159	169:56	301:99	358:18	169:8	56:8	106:1		
	sex ratio												
	values of $\chi^2$		14.15*	2.165	1.301	56.751*	102.01*	307.447*	146.45*	53.01*	103.04*		
1979	Hoyo no. 53	72:85	86:34	120:21	372:119	1:6			784:182	505:7	173:202	183:174	991:47
	sex ratio												
	values of $\chi^2$	1.076	22.533*	69.511*	130.365*	3.571			319.717*	484.323*	2.243	0.227	858.513*
1979	Shinyo						207:603	183:216	89:181				
	sex ratio												
	values of $\chi^2$						193.6*	2.729*	31.348*				
1980	Hoyo no. 53	332:30	86:1	238:44	629:189	154:411	1031:599	38:461	149:342	25:425			
	sex ratio												
	values of $\chi^2$	251.945*	83.049*	133.461*	240.796*	116.901*	114.493*	358.575*	75.864*	355.556*			
1980	Shinyo	14:116	122:145	200:82	89:109	141:90	226:32	137:83	150:169	173:123	26:41	53:54	
	sex ratio												
	values of $\chi^2$	128.36*	1.981	49.376*	2.02	13.709*	145.88*	13.225*	1.132	10.165*	32.143*	0.009	
1982	Shinyo	12:113	181:443	89:162	73:45	61:13			36:53	5:86	11:86		
	sex ratio												
	values of $\chi^2$	81.603*	110.006*	21.232*	6.644*	31.135*			3.247	72.099*	2.495		
1982	Hokusei			136:86	58:66								
	sex ratio												
	values of $\chi^2$			10.99*	0.516								

\* Significant at 5% level. sex ratio=female : male



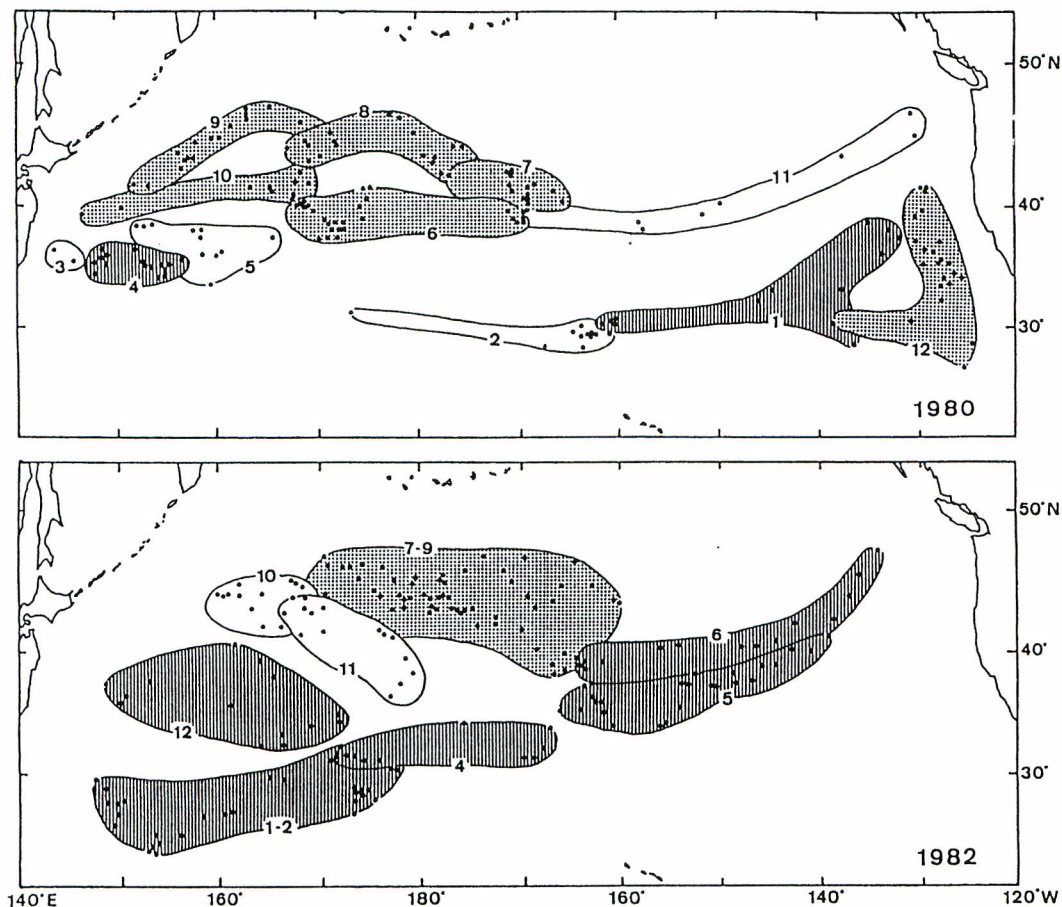


Fig. 5-1. Areas of sexual dominance in blue sharks. Black spots, stripes, and dots areas indicate, research stations, areas where males are dominant, and areas where females are dominant, respectively. Numerals indicate the sample month.

155°E 以西の海域および、170°E~160°W の太洋中央部に CPUE の高いグリッドがあったが、雄では、170°E 以西および150°W 以東の海域で CPUE が高かった。また、雌雄のいずれかだけが漁獲されたグリッドが多く出現した。

サメ延縄およびマグロ延縄で漁獲された体長100cm 以下の個体は、雌雄ともに35°~45°N、150°E~150°W の範囲に主に出現し、CPUE の高いグリッドがあったが、雌は40°~45°N のグリッドで CPUE はより高く、雄は35°~40°N で高い傾向があった (Fig. 5-6)。また、雌では北米沖合の3つのグリッドでも CPUE が高かった。体長100~150cm では、雌は35°~50°N、およびアラスカ湾内のグリッドで CPUE が高かったのに対し、雄では30°~40°N、135°E~160°W の海域で CPUE が高かった (Fig. 5-7)。また、この体長階級は雌雄ともに低緯度海域を含む調査海域のほとんどで漁獲された。体長150~200cm では、雌の主群は

35°N以南の海域に出現し、150°E以西の日本近海および、10°~20°N, 175°E~155°Wの海域にCPUEの高いグリッドがあった(Fig. 5-8)。一方、雄は20°~40°Nの太洋中央部を中心にCPUEの高いグリッドが多数存在した。体長200cm以上の個体は45°N以南の海域に出現し、雌雄とも漁獲尾数が少なくCPUE値は一様に低いが、特に雌で低かった。雌では紀伊半島沖合海域、雄では、ミッドウェー島周辺の北太平洋中央部にCPUEの高いグリッドがあった(Fig. 5-9)。

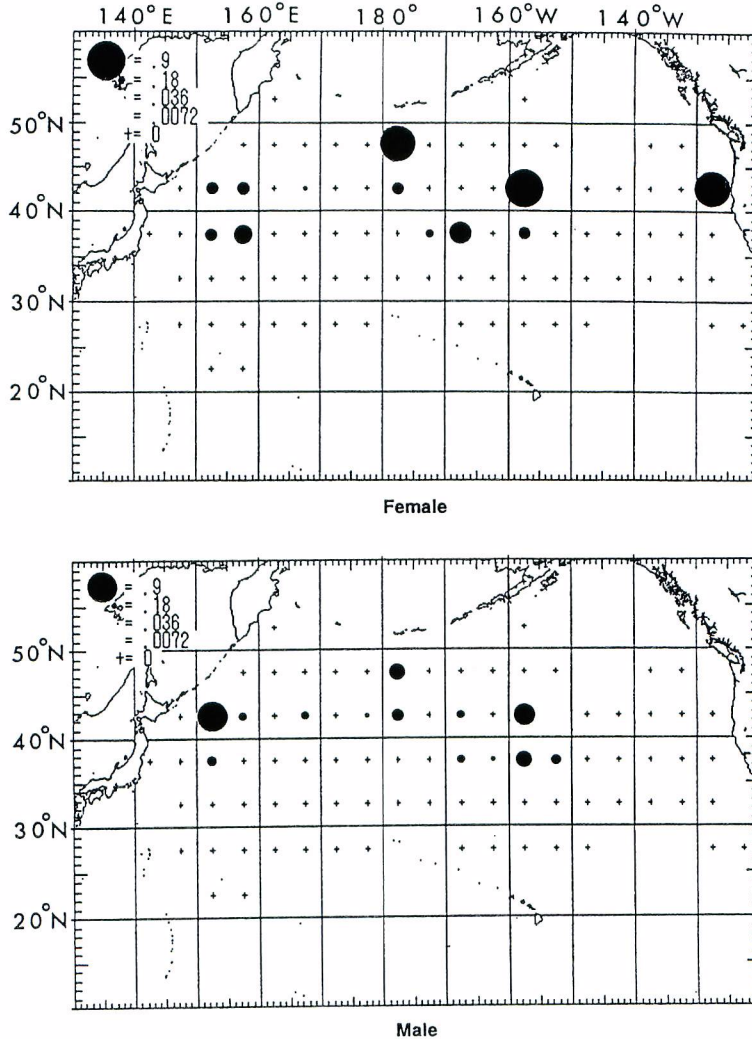


Fig. 5-2. Large mesh driftnet blue shark CPUE (catch in numbers /1000 *tan*) for sharks less than 50cm in body length by 5°x 5° area.

(3) 亜寒帯境界周辺海域における分布の微細構造

1984年、6～10月の期間、亜寒帯境界を南北に横断するように調査点を定め、さけ・ます調査用流し網を使用した調査が行われた。この調査時の北星丸、おしよろ丸の海洋観測資料に Dodimead et al. (1963)の基準をあてはめ、6～7月の調査点を、亜寒帯海域、移行領域、亜熱帯海域に区分した(Fig. 5-10A)。また同図B、Cにヨシキリザメの漁獲された点を黒丸で示した。本種は亜熱帯から亜寒帯域にかけて漁獲された。ヨシキリザメの漁獲された調査点ごとの性比をみると、北側で雌の比率が高く、南側

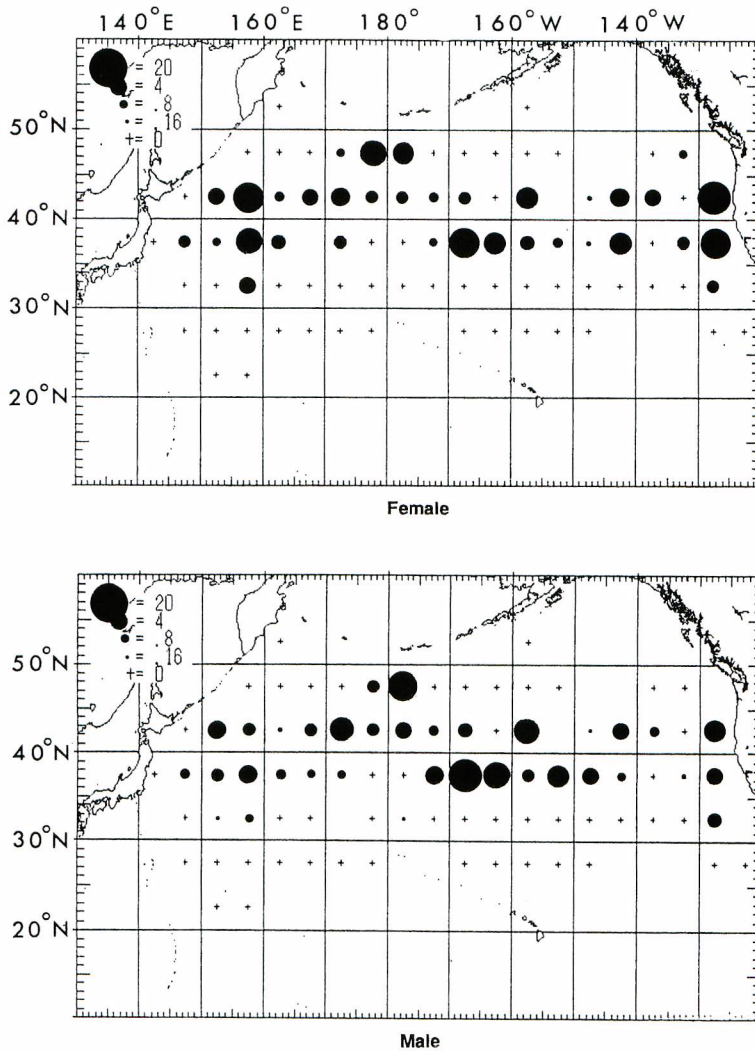


Fig. 5-3. Large mesh driftnet blue shark CPUE (catch in numbers/1000 *tan*) for sharks between 50-100cm in body length by 5°x 5° area.

の海域では、雄が多く出現している (Fig. 5-10B,C)。また、水温の上昇する 8~10月では、雌雄は南北に分れたまま、さらに北方まで出現した。次に、雌雄それぞれ体長50cm ほどの出現比をヨシキリザメ漁獲点ごとに調べた (Fig. 5-11)。体長100cm 以下の個体は、同じ調査点で両性が漁獲される場合が多く、6~7月では35°~42°N、8~10月では38°~43°N の海域で漁獲された。体長100~150cm の個体は、雌では100cm 以下の個体の出現した海域の北側に、雄では南側に主に出現した。また、体長150cm 以上の雄は、8~10月の36°~44°N に至る南北に広い範囲で漁獲された。150cm 以上の雌は最も南側の調査点で1

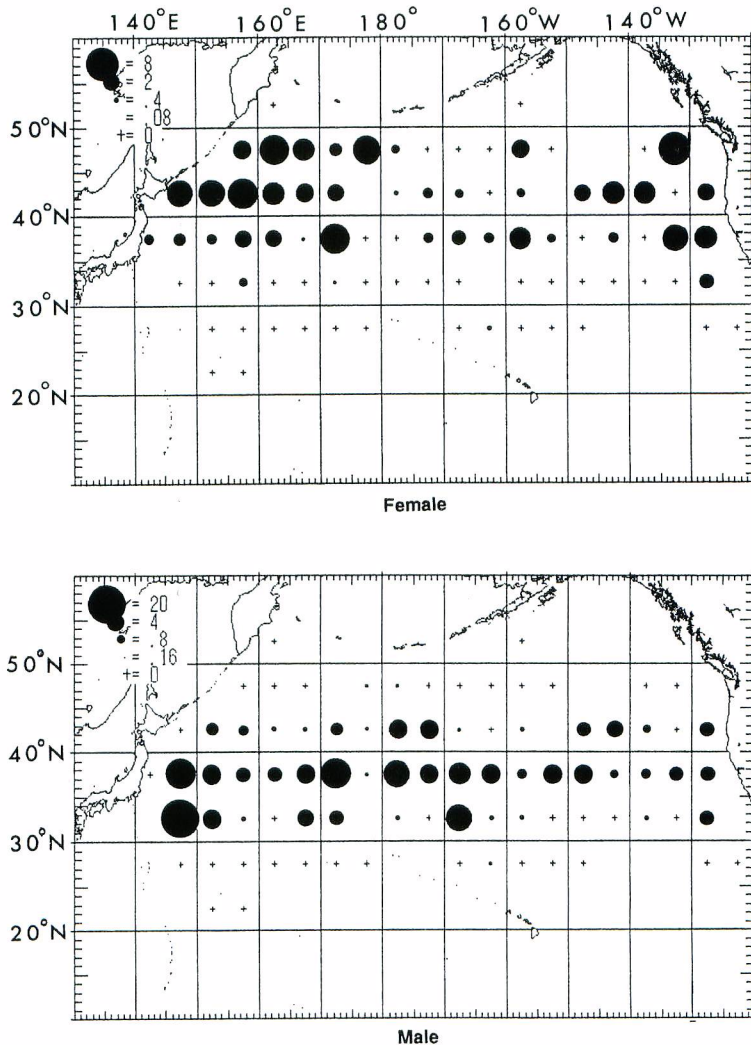


Fig. 5-4. Large mesh driftnet blue shark CPUE (catch in numbers/1000 *tan*) for sharks between 100-150cm in body length by 5°x 5° area.

尾のみ漁獲された。

分布域の表面水温と体長の関係を検討するため、採集地点の水温と体長組成を雌雄別に整理した (Fig. 5-12)。雌では、大型個体ほど低水温帯に分布し、雄では高水温域に出現する傾向がみられた。また、雌は体長100cm 以上から、20°C以上の高水温域にも出現した。

#### (4) 妊娠個体の分布と移動

妊娠個体が採集された点を、四半期別に Fig. 5-13 に示した。妊娠個体は周年にわたって出現した。出

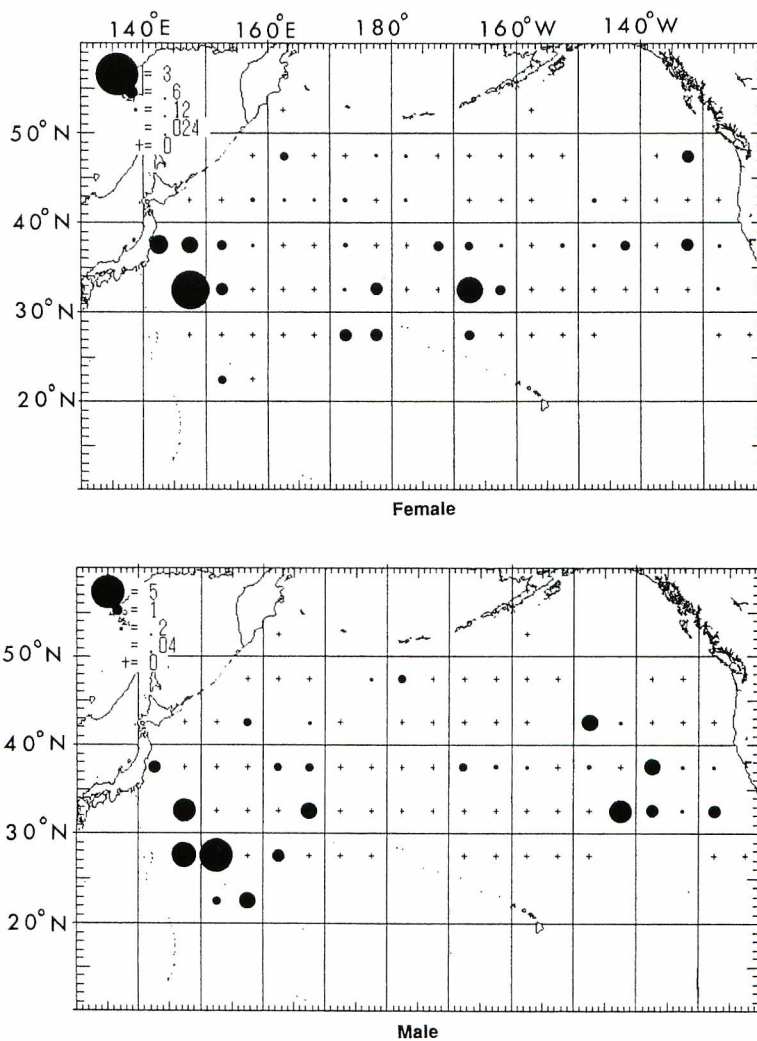


Fig. 5-5. Large mesh driftnet blue shark CPUE (catch in numbers/1000 *tan*) for sharks greater than 150cm by 5°x 5° area.

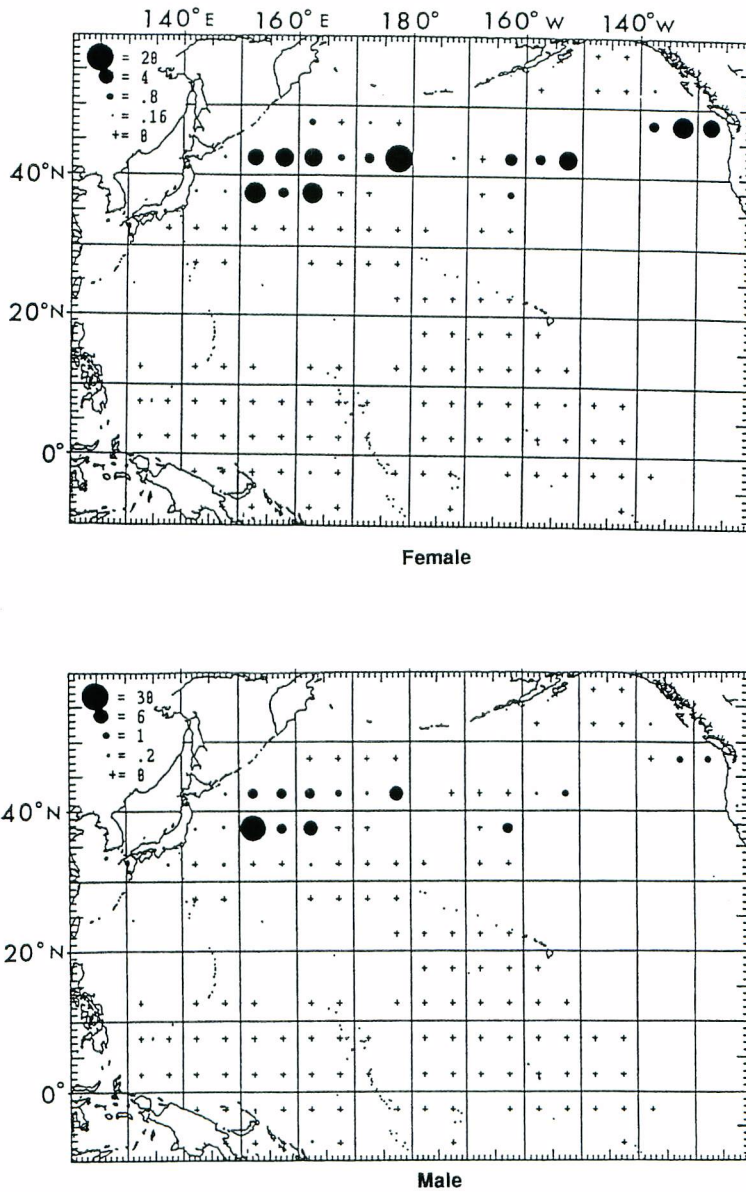


Fig. 5-6. Longline blue shark CPUE (catch in numbers /1000 hooks) for sharks less than 100cm in body length by 5°x 5° area.

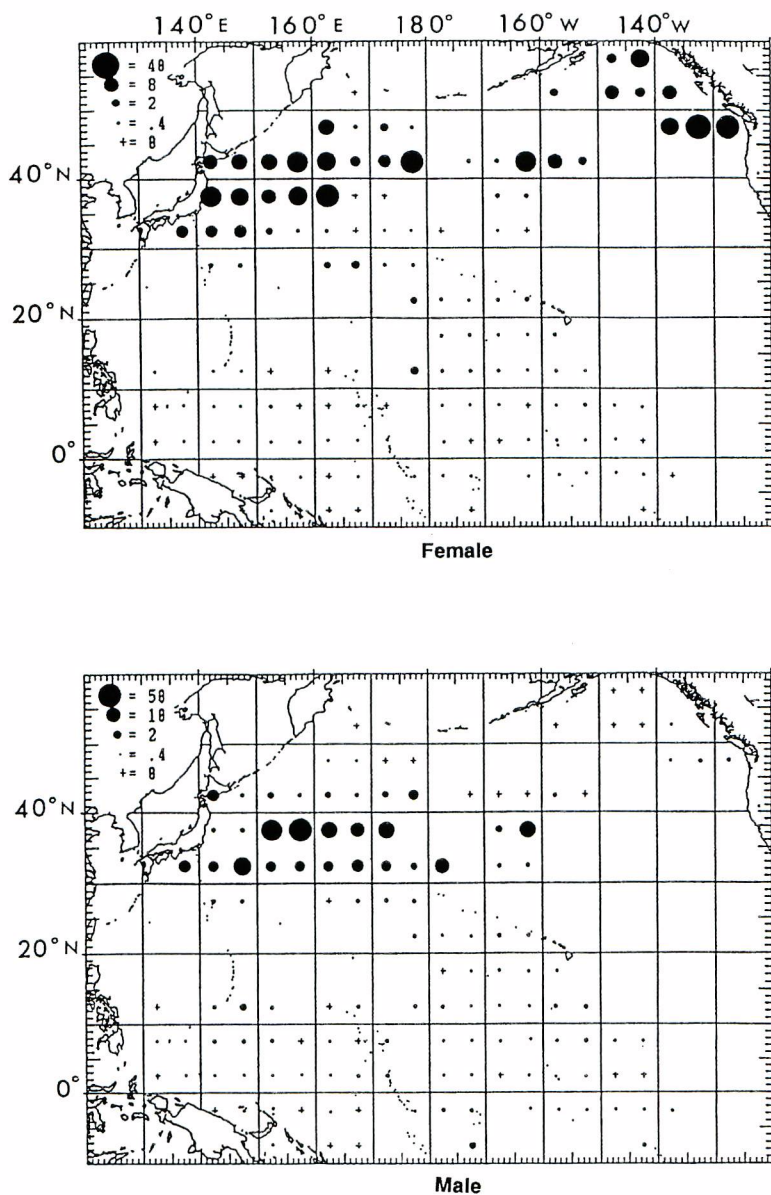


Fig. 5-7. Longline blue shark CPUE (catch in numbers /1000 hooks) for sharks between 100-150cm body length by 5°x 5° area.

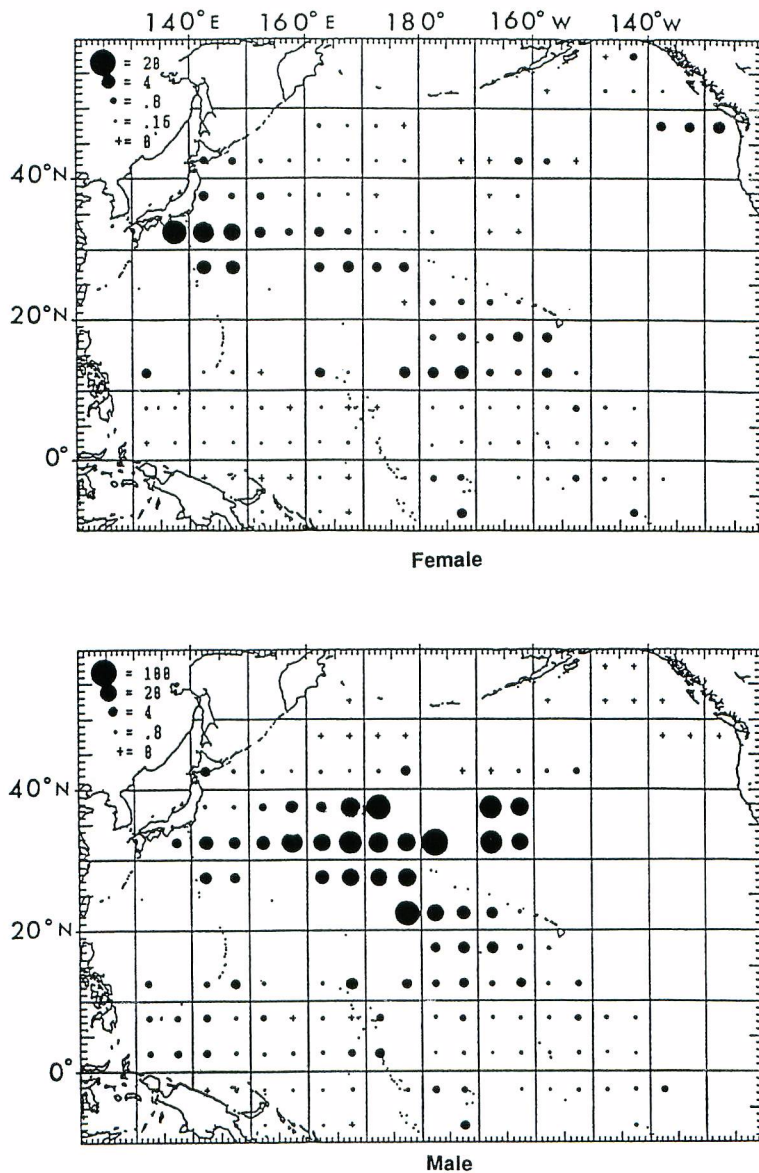


Fig. 5-8. Longline blue shark CPUE (catch in numbers/1000 hooks) for sharks between 150-200cm body length by 5°x 5° area.



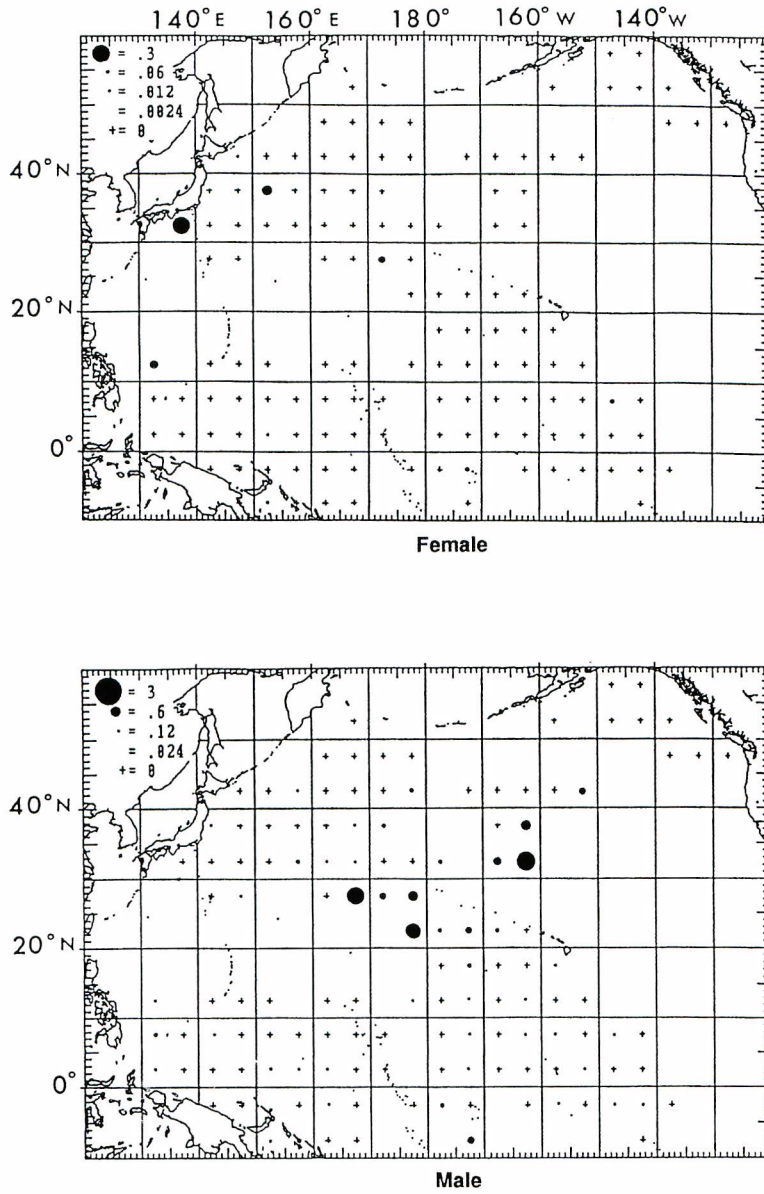


Fig. 5-9. Longline blue shark CPUE (catch in numbers/1000 hooks) for sharks greater than 200cm by 5°x 5° area.

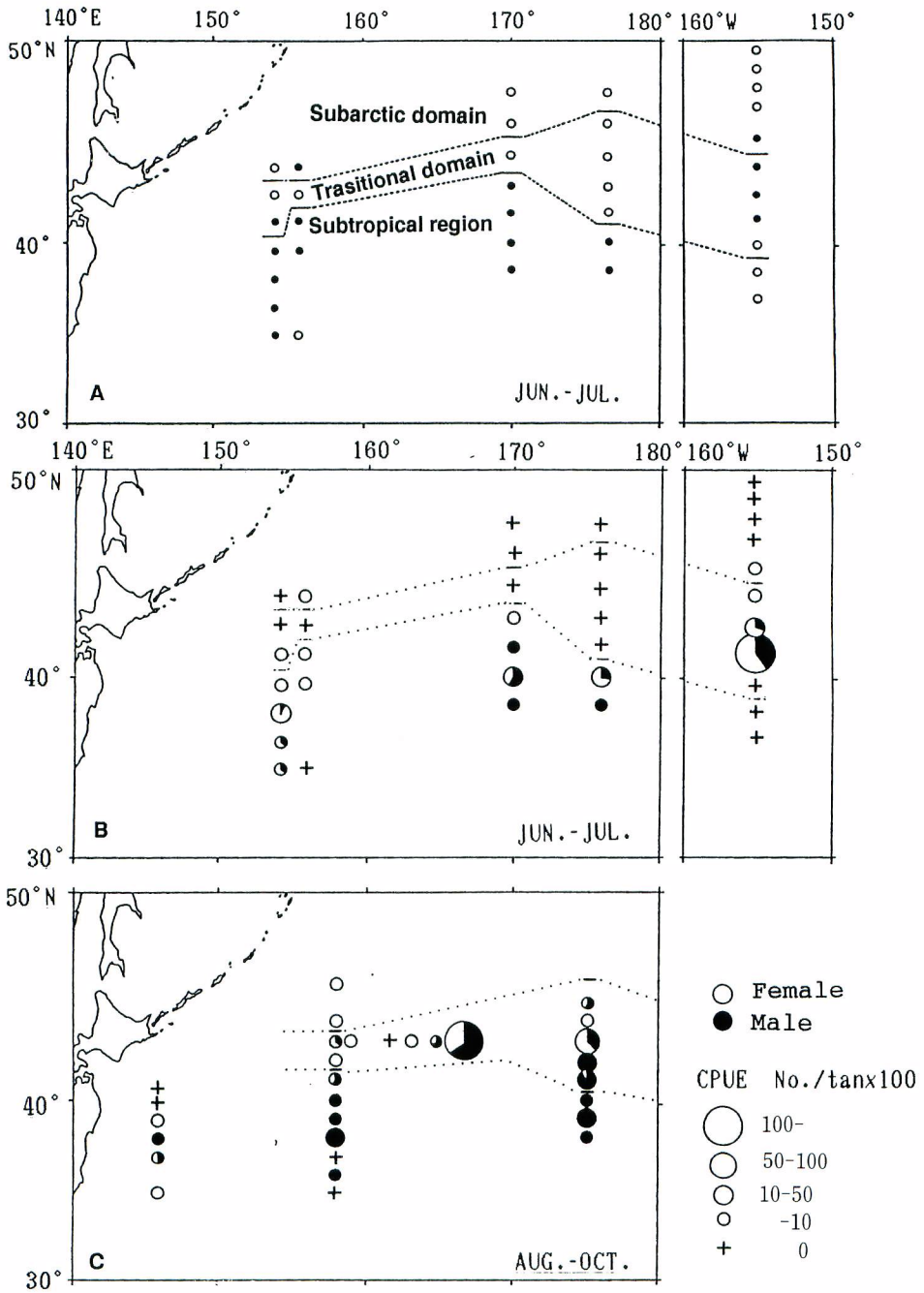


Fig. 5-10. A: Oceanographic observations in June-October, 1984, by R/V *Hokusei-maru*, *Oshoro-maru* and No. 58 *Kanki-maru*. Black circles indicate stations where blue shark were caught. B, C: Sex ratios of blue shark at each station and CPUE (catch in number /100 tan), female and male.

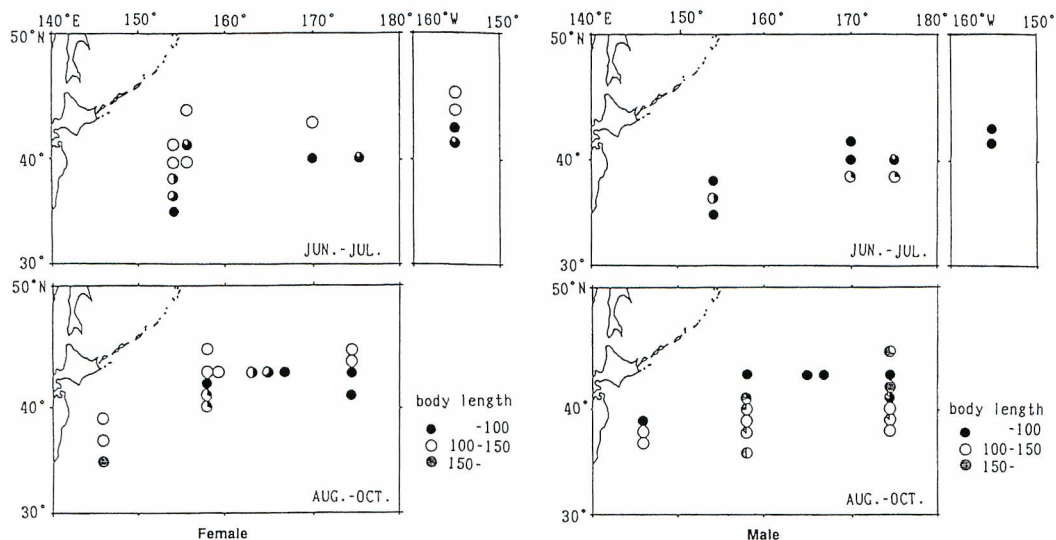


Fig. 5-11. Segregation of blue sharks by sex and body length based on data collected by the R/V *Hokusei-maru*, *Oshoro-maru* and No. 58 *Kanki-maru*.

現海域は赤道域から43°Nまでの海域である。30°N以北の海域では、10～12月に最も南で採集されるが、以後、採集点はしだいに北上し、翌7～9月には最北の43°Nに至る海域で採集された。20°N以南の海域では、妊娠個体は周年出現した。各月別、緯度10°毎の妊娠個体の漁獲尾数および胎児平均体長をTable 5-3に示す。妊娠個体は6～7月から翌4～6月にかけて赤道域から北上し、30°～40°Nの海域で採集され、6～8月には40°～50°Nの海域にも出現する。胎児平均体長は7月の10°Nから10°Sの海域が最小で、北側の海域ほど大きく、しだいに成長する。翌4～6月に30°～40°Nの海域で胎児平均体長は最大の30cm以上となり、この時期に当海域で胎児は出産されると考えられる。さらに北側の40°～50°Nの海域で6～8月に妊娠個体が漁獲されているが、胎児体長が20～24cmの範囲にある。これらの個体の出産時期は、胎児の成長からみて、翌年の早期とみなされる。

### 3. 考 察

板鰐類では、雌雄および成長段階により異なる生息域を占めることが知られており、生活史戦略に密接に関連していると考えられている(Begelow and Schroeder, 1948; 須田, 1953; Olsen, 1954; Springer, 1960, 1967; Stevens, 1975; Pratt, 1979; 田中, 1980; 中野ら, 1985; Stevens and Wiley, 1986など)。北太平洋高緯度域で年、月、海域別に性比を検定した結果、多くの海域で性比は異なっていた。体長階級別、雌雄別に出現海域をみると、体長50cm以下の若齢魚は雌雄ともに35°～45°Nまでの海域に出現した。4章で述べたように本種は体長30～35cmで出産されることから、この50cm以下の若齢魚が出現する海域は出産場および幼魚の成育場(nursery)であると推察される。体長50～100cmで雌は北方へ、雄は南側へ生息域を拡大し、100～150cmでこの傾向は顕著となる。

流し網、延縄のグリッドごとのCPUEの解析で、ともに体長100～150cmで雌雄の生息域が顕著に分れた。3章の結果より、この体長群は成熟が近い魚で構成されている。この雌雄の棲み分けについて

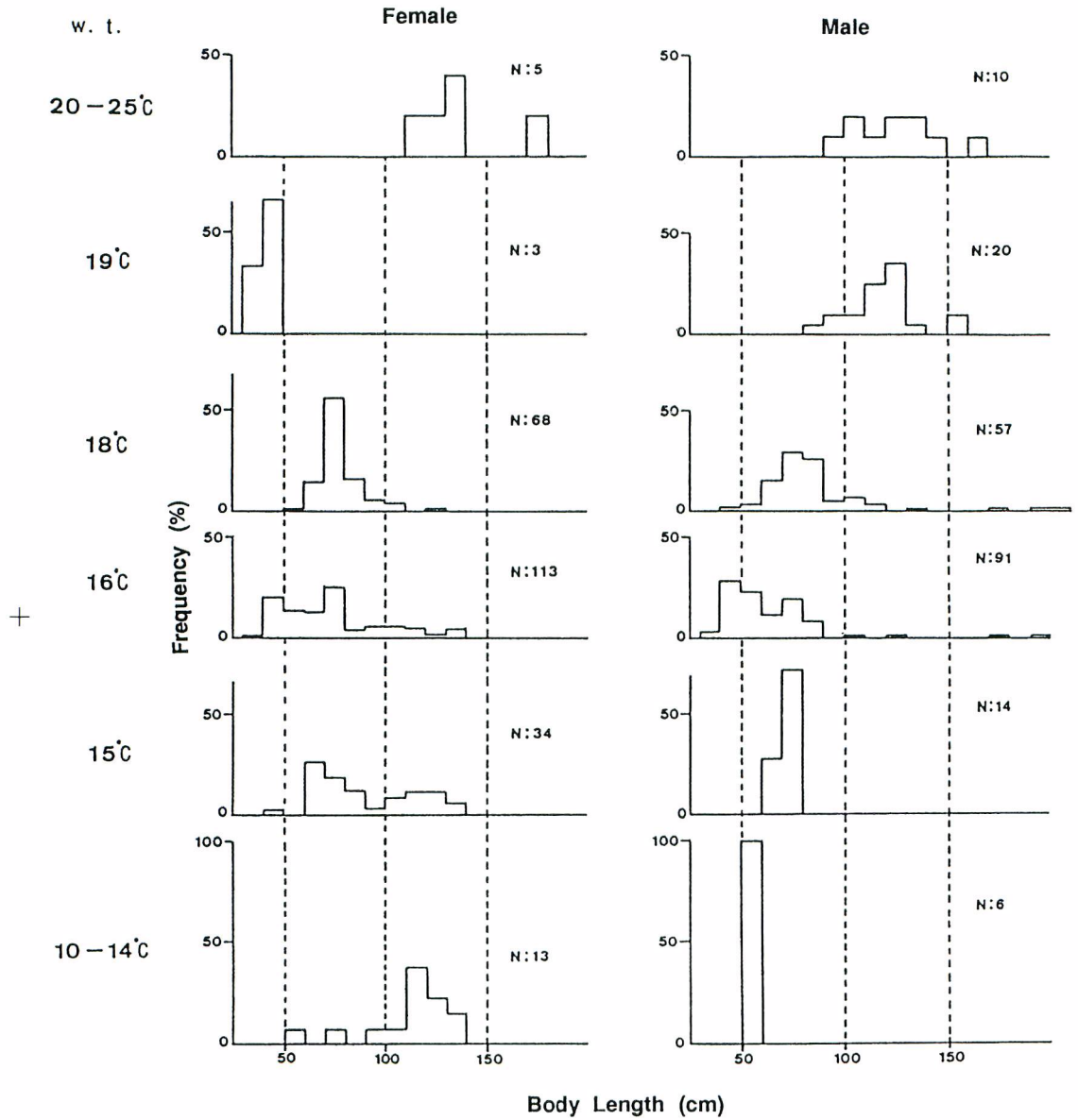


Fig. 5-12. Blue shark body length frequency distribution by sex and sea by surface temperature.

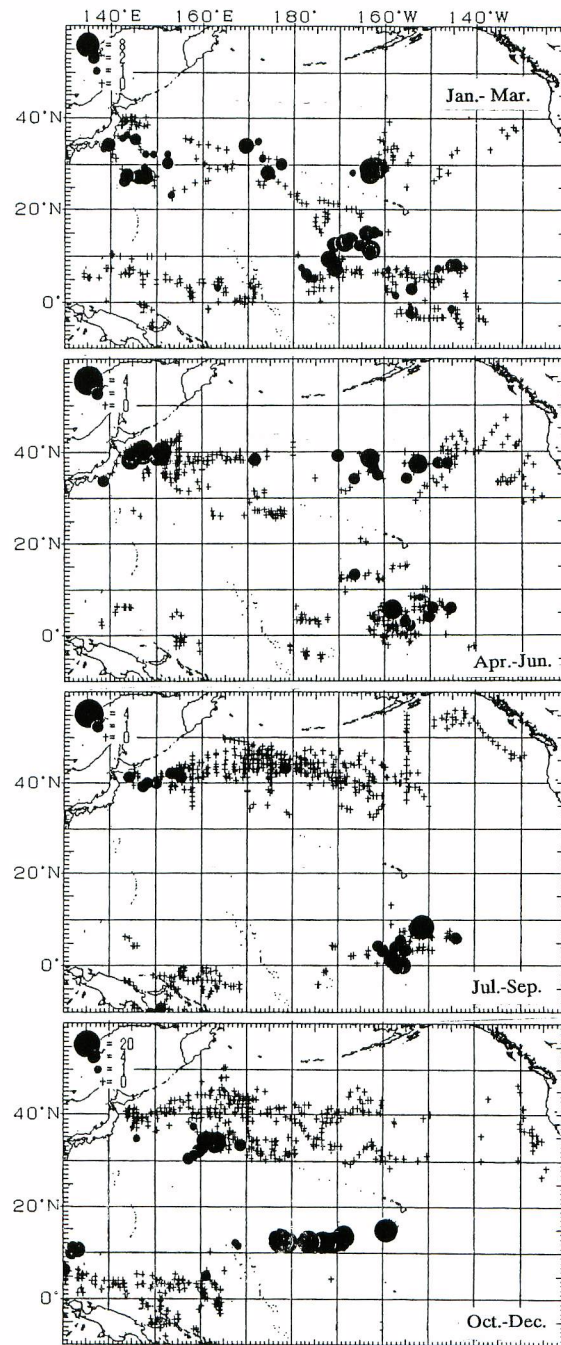


Fig. 5-13. The quarterly distribution of pregnant blue sharks.

Pratt(1979)は、北大西洋における同様な調査から、本種の交尾行動が雄の雌に対する咬みつき行動を伴うため、雌の未成熟個体が、雄の交尾行動から身を守る適応であろうとしている。成熟したとみなされる体長150cm以上の個体の出現海域は、雄は体長100~150cmの個体の出現域と連続してさらに南側に出現するが、雌では連続しておらず、35°N付近を境としてこれ以南に出現している(Fig. 5-5、5-8)。このことから、未成熟雌の生息域は成熟雄の生息域と分離しているとみなされる。この未成魚期からみられる生息域の雌雄分離は、未成熟雌が餌環境の良い亜寒帯海域を索餌場とし、妊娠のための栄養蓄積を行うための適応であると考えられる。従って、この分離がSpinger(1967)、Pratt(1979)らの主張する未成熟雌が成熟雄から身を守るためだけの適応かどうかさらに検証する必要がある。

また、雌が胎児を30°~40°Nの成育場まで運んで出産することについて、Springer(1967)は、板鰓類の数種で雌が成熟した雄のいる海域を避けて出産場を選ぶのは、幼魚が成熟雄に捕食されるのをさけるための適応であるとしている。本種の出産場は成魚の分布域とは異なっている。また、50cm以下の若齢魚は移行領域付近の南北に狭い範囲に出現し、それ以上の体長群と生息域を異にする傾向がある。しかし、出産直後の幼魚を充分捕食できると考えられる体長150cmまでの未成魚の主分布域と重なっている。したがって、Springerの説をそのまま本種にあてはめるのは疑問が残る。

本種の出産場である極前線周辺海域は、ビンナガ(*Thunnus alalunga*)、クロマグロ(*Thunnus thynnus*)、シマガツオ(*Brama japonica*)、アカイカ(*Ommastrephes bartrami*)など亜熱帯起源の大型浮魚類の索餌場となっている(Otsu and Uchida, 1963; Yamanaka et al, 1969; 島崎・中村, 1981; 村上ら, 1981)。本種が生物量の豊富な当該海域を出産場・成育場として選択しているのは、適応的意義から

**Table 5-3** The mean blue shark embryo body length and number of pregnant females caught in each 10° latitude area during 1967-1971, 1978-1984 and 1987.

Area	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
40° -50°N	* No. M.					12	5	2					19
	** Avg. BL					21.8	19.5	23.7					
30° -40°N	No. M.	16	8	10	1	15	4	1		2	38	22	117
	Avg. BL	23.2	28.7	29.0	30.1	33.0	30.4	-		14.2	20.1	-	
20° -30°N	No. M.	7	65										72
	Avg. BL	24.3	23.7										
10° -20°N	No. M.	18	1	13	1						98	241	372
	Avg. BL	18.0	21.5	20.5	-						15.2	16.6	
10° S-10°N	No. M.	5	31			8	24		1	3		3	75
	Avg. BL	13.9	16.6			7.0	3.8		-	-		-	
Number of Mother		46	105	23	2	15	24	30	2	1	5	136	266
Total													655

\* No. M.=Number of Mother, \*\* Avg. BL=Average Body Length of Embryo

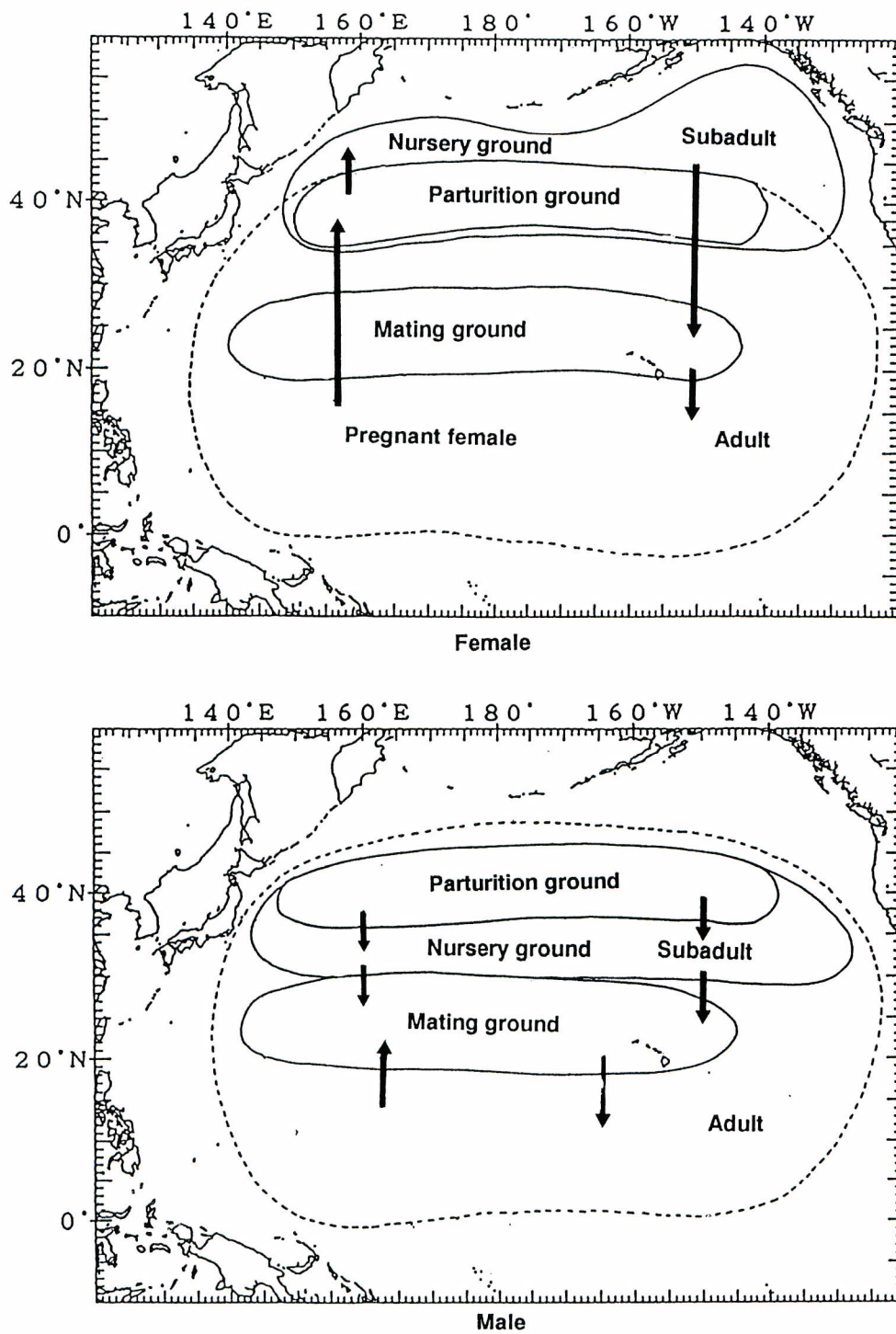


Fig. 5-14. A schematic blue shark migration model for the north Pacific.

も合理的であろう。

1984年に高緯度域で行なった調査は、同時期に南北の調査線が数本設けられており、この調査によって雌雄が成長段階に応じて生息域を異にすることが明らかにされた。また、妊娠個体の出現海域および胎児平均体長は、ヨシキリザメ雌が、卵を低緯度海域で受精させ、1年の妊娠期間の後、 $30^{\circ}\sim 40^{\circ}\text{N}$ の海域で出産することを示唆している。しかし、赤道域で数cmの胎児が観察された6～7月の時期に $10^{\circ}\sim 30^{\circ}\text{N}$ の海域で調査が行われていないため、妊娠初期の雌が赤道域だけに出現するのかどうか断定はできない。

これらよりヨシキリザメ回遊モデルを想定すると、Fig. 5-14 のようになる。即ち、妊娠雌は、 $30^{\circ}\sim 40^{\circ}\text{N}$ の海域で3～5月に出産する。移行領域およびその南側の海域は幼魚の成育場となっている。雌雄は成長とともにその生息域を分離していくが、体長100cmを越すと雌雄とも赤道域にも出現する。体長100～150cmで高緯度域における雌雄の棲み分けは最も顕著となる。また、2章の結果から、体長100～150cmの雌で2～5才、雄で2～4才までは、北方海域を成育場とし、その後、南方の海域に生息域を移すと考えられる。したがって、高緯度海域では雌雄で生息域を棲み分けたまま、季節的に南北移動しているとみなされる。なお、須田(1953)は6～7月、 $20^{\circ}\sim 30^{\circ}\text{N}$ の海域が交尾場であろうと推測しているが、本研究では同時期に当該海域で調査を実施しておらず、交尾場を特定することはできなかった。

## 摘 要

### 1. ヨシキリザメの分布

(1)  $20^{\circ}\sim 60^{\circ}\text{N}$ 、 $135^{\circ}\text{E}\sim 125^{\circ}\text{W}$ の北太平洋中・高緯度海域において、さけ・ます調査用流し網、大目流し網、サメ延縄を使用して行なわれた調査資料および $20^{\circ}\text{N}\sim 20^{\circ}\text{S}$ 、 $130^{\circ}\text{E}\sim 135^{\circ}\text{W}$ の低緯度海域でマグロ延縄を使用して行われた調査資料から、ヨシキリザメの分布を検討した。

(2) 各調査のCPUEの解析から相対豊度の高い海域およびその季節変化を検討した結果、ヨシキリザメの相対豊度の高い海域は $35^{\circ}\sim 45^{\circ}\text{N}$ にあり、季節的に南北移動している。

(3) さけ・ます調査用流し網および大目流し網を用いた調査では、ヨシキリザメの漁獲水深は表層～約10mであり、サメ延縄を用いた調査の漁獲水深は40～100mである。サメ延縄調査では、さけ・ますおよび大目流し網調査でCPUEの高かった海域の南側で高いCPUEが観察された。さけ・ますおよび大目流し網の調査では表面水温 $14\sim 18^{\circ}\text{C}$ でCPUEが高く、サメ延縄調査では50m層および100m層の水温、それぞれ $11\sim 23^{\circ}\text{C}$ 、 $11\sim 19^{\circ}\text{C}$ の範囲でCPUEが高かった。このことから、ヨシキリザメは表層水温の高い南側の調査海域では、生息水深を変えて北側と同様な水温帯に留ると考えられた。

### 2. 年齢と成長

(1) 母体ごとの胎児平均体長と、体長70cm未満の若齢魚の体長組成を月別に求め、妊娠期間を1年、胎児出生体長を36cm、出生時期を4月1日と仮定した。

(2) 雌雄別、四半期別体長組成に正規曲線をあてはめて得られた各年級群のモードから、成長を推定した。雌雄とも4才魚までは四半期毎のモードの位置は連続的に増加したが、4才魚以降では各モードの位置は接近し、成長は明瞭に追えなかった。

(3) 次に、脊椎骨椎体にできる輪紋を年齢形質として年齢査定を行った。各輪群間における同じ輪紋の輪紋半径は非常に近く、また規則正しく増加した。輪紋形成時の計算体長を、各年級のモードを貫くように描いた曲線にあてはめると、3輪以降で雌では1～3月、雄では4～6輪が10～12月、3、7、8



輪が1～3月に相当し、年1回の輪紋形成を示唆した。

(4)以上の結果より、若齢魚では各年級でのモードの移動から得られた成長量を、高齢魚では椎体輪紋の読取值から計算した成長量を用いて以下に示すヨシキリザメ雌雄の成長曲線を得た。

$$\text{雌: } Lt = 243.3(1 - e^{-0.144(t - (-0.849))})$$

$$\text{雄: } Lt = 289.7(1 - e^{-0.129(t - (-0.759))})$$

### 3. 成熟

(1)ヨシキリザメの体長-体重関係を以下に示す。両者の関係に雌雄間で有意差が検出され、雌の体重が相対的に雄より重かった。

$$\text{雌: } BW(\text{kg}) = 3.293 \times 10^{-6} \times BL^{3.225} (\text{cm})$$

$$\text{雄: } BW(\text{kg}) = 5.388 \times 10^{-6} \times BL^{3.102} (\text{cm})$$

(2)雌では肝臓重量は体長100cmを越すと急に増重し、ばらつきが大きくなった。妊娠魚の肝臓重量は非妊娠魚に比べ相対的に軽かった。雄では体長160cm付近から肝臓重量のばらつきが著しくなった。雌雄体長階級10cmごとのHSI値は、雌では体長の増加と共に増加し、体長150cmを過ぎると急激に減少し低い値で安定した。雄のHSI値は100cm以下では雌と同様な値を示すが、140～180cmにかけて減少し、以後徐々に増加した。

(3)精巣の組織切片を作製し、精子形成過程を観察した。精子形成細胞は精巣間膜側と反対側の精細管膨大部で発達し、変態しながら精細管内を移動し、精巣間膜側で精子に変態する。雄の精巣について、精巣間膜側の部位を観察した結果、体長80cm以上の個体に精子が観察された。また、雄の性成熟体長を推定するために精巣重量、総生殖腺重量、交接器長、交接器の硬軟、精液の有無を調べた結果、雄は体長140～160cmで性成熟に達すると考えられた。

(4)体長70cmと165cmの雌について、0.25mm以上の卵巣内卵径の頻度分布を調べた結果、体長70cmでは、0.25～8.25mm、165cmでは0.25～15.75mmの範囲で認められた。卵径の大きな卵の頻度は相対的に少なかった。体長70cmの個体について0.25mm以上の卵全数を計測した結果、総数936個であった。また、雌の性成熟体長を推定するために卵巣重量、総生殖腺重量、卵巣内最大卵径、卵殻腺の長さ、子宮幅、妊娠魚の体長頻度を調べた。その結果、雌も雄とほぼ同体長の140～160cmで性成熟に達すると考えられた。

(5)雌雄のGSI値、TGSI値および精液が観察された雄の頻度、卵巣内最大卵径の季節変化から生殖周期を検討した結果、交尾期および排卵時期は夏季であると推定された。

### 4. 妊娠と出産

(1)一腹の胎児数は1～62尾の範囲にあり、平均25.6尾であった。一腹の胎児性比はほとんどの場合1対1である。母体の大きさと一腹当り胎児数の間に高い相関は認められなかった。採集月に対し胎児数の平均値は一定であった。胎児体長と胎児数の関係では体長35cm以上になると胎児数が減少する傾向が認められ、一部胎児が既に出産されていた可能性がある。

(2)胎児は6～7月に最小体長1～2cmを記録し、翌年の5～6月にかけて30cm以上に成長した。月別の一腹の胎児平均体長は、北方の海域ほど大きい傾向があった。即ち、母体は胎内で胎児を成長させ

ながら北上回遊し、 $30^{\circ}\sim 40^{\circ}\text{N}$ に至る海域で5～6月に胎児を出産すると考えられた。

## 5. 回遊

(1)北太平洋中緯度海域における4年間の調査で、各月、各調査船ごとの性比を52標本について検討した結果、38標本で性比に有意な差が認められた。性比は、周年に亘る三陸沖合と、夏季を中心とした亜寒帯海域で雌が多く、亜寒帯境界以南の外洋域では雄が多かった。

(2)雌雄とも体長50cm以下の個体は、亜寒帯境界の移行領域を中心とした $35^{\circ}\sim 45^{\circ}\text{N}$ の海域に帯状に出現した。体長50～100cmでは、雌雄とも $35^{\circ}\sim 45^{\circ}\text{N}$ を中心とした東西に帯状にのびる海域に出現するが、雌がやや北寄りに多い傾向があった。体長100～150cmでは、雌は $35^{\circ}\sim 50^{\circ}\text{N}$ の亜寒帯境界の移行領域およびその北側海域、雄は $30^{\circ}\sim 40^{\circ}\text{N}$ の移行領域とその南側海域に主に出現した。また、この体長から雌雄とも低緯度海域でも漁獲された。体長150cm以上では、雄は $20^{\circ}\sim 40^{\circ}\text{N}$ の海域に多く出現し、雌は $25^{\circ}\sim 35^{\circ}\text{N}$ 、 $150^{\circ}\text{E}$ 以西の海域に多かった。また雄は、北太平洋中央部の外洋域に相対豊度の高い海域があった。

(3)夏季に亜寒帯境界周辺域で行った南北調査の結果からも、本種が性および成長段階により生息域を棲み分けていることが明らかとなった。出現した水温帯別に雌雄の体長組成をみると、大型個体ほど雌は低い水温帯に、雄は高い水温帯に出現する傾向があった。体長100cm以上の雌は $20^{\circ}\text{C}$ 以上の高い水温帯にも出現した。

(4)北太平洋に分布するヨシキリザメの生活史を考察し、その結果を要約すると以下ようになる。本種は春から初夏に $30^{\circ}\sim 40^{\circ}\text{N}$ の海域で産卵され、若齢魚は亜寒帯境界周辺海域を育成場とする。未成魚期に雌雄は生息域の分離傾向を強め、雌は $35^{\circ}\sim 50^{\circ}\text{N}$ の移行領域とその北側海域に、雄は $30^{\circ}\sim 40^{\circ}\text{N}$ の移行領域とその南側海域を中心として生息域を定める。成魚は赤道域から $40^{\circ}\text{N}$ 付近まで分布し、生息域を雌雄で棲み分けている。交尾期は夏季で $20^{\circ}\sim 30^{\circ}\text{N}$ 付近で交尾が行われる。妊娠雌は翌春から初夏にかけて北上し $30^{\circ}\sim 40^{\circ}\text{N}$ の海域を産卵場としていると考えられた。

## 謝 辞

本研究をとりまとめるにあたり、懇切な指導と本論文の詳細な校閲を頂いた北海道大学水産学部教授島崎健二博士に厚く御礼申し上げます。この研究を実施する機会を与えられ、研究を進めるなかで、指導や助言を頂いた北海道大学元教授(現名誉教授)三島清吉博士、前教授前田辰昭博士、同助教授仲谷一宏博士、同助教授小城春雄博士、同助手桜井泰憲博士に心から感謝の意を表します。

資料収集に当り、海洋水産資源開発センター渡辺洋博士(現東北区水産研究所)、田渕誠氏、水戸啓一博士(現遠洋水産研究所)、新洋丸乗組員の方々に御協力頂きました。また、東京大学農学部助教授谷内透博士はマグロ公庁船によるサメ類混獲資料の借用および使用を快諾していただきました。水産庁遠洋水産研究所浮魚資源部元部長の米盛保博士、前部長の岡田啓介博士をはじめ同部の方々には本研究の遂行に対し積極的な支持を頂きました。ここに合せてお礼申し上げます。

北海道大学練習船おしよろ丸増田紀義前船長ならびに乗組員諸氏、同北星丸山本昭一元船長、小林源司前船長ならびに乗組員諸氏、水産庁調査船第58歡喜丸の船長ならびに乗組員諸氏、東京都小笠原村、正栄丸中島堯久船長、宝洋水産(株)小山利喜男氏には調査および標本採集に多大な御協力を頂きました。また、全米熱帯まぐろ類委員会(IATTC)のMicheal Hinton氏には英文要約の校閲を快く引き受けていただきました。記して上記の各位に厚く御礼申し上げます。

## 引用文献

- Aasen, O. 1963 : Length and growth of the porbeagle (*Lamna nasus* Bonnaterre) in the northwest Atlantic. *Fiskeridir. Skr.*, 13(6) : 20-37.
- Aasen, O. 1966 : Blahaien, *Prionace glauca* (Linnaeus), 1758. *Fisken og havet*, 1 : 1-15.
- Bigelow, H. B. and W. C. Schroeder 1948 : Sharks. In *Fishes of the western North Atlantic, Part one*, p. 59-546. A. E. Parr and Y. H. Olsen (eds), Sears Found. Mar. Res., Yale Univ. Mem. 1.
- Brander, K. and D. Palmer 1985 : Growth rate of *Raia clavata* in the Northeast Irish Sea. *J. Cons. int. Explor. Mer*, 42 : 125-128.
- Cailliet, G. M. and D. W. Bedford 1983 : The Biology of three pelagic sharks from California waters, and their emerging fisheries : A review. *Cal. COFI Rep.*, vol. XXIV, 1983, 57-69.
- Cailliet, G. M., R. L. Radtke and B. A. Welden 1986 : Elasmobranch age determination and verification : A review. In *Indo-Pacific Fish Biology : Proceeding of the second international conference on Indo-Pacific Fishes*, p. 345-360, T. Uyeno, R. Arai, T. Taniuchi and K. Matsuura (ed.), Ichthyological Society of Japan, Tokyo.
- Cailliet, G. M. and R. L. Radtke 1989 : A progress report on the electron microprobe analysis technique for age determination and verification in elasmobranchs. In *The age and growth of Fish*, p. 359-369, R. C. Summerfelt and G. E. Hall (ed.), The Iowa State University Press, Ames, Iowa.
- Casey, J. G., H. W. Pratt Jr. and C. E. Stillwell 1985 : Age and Growth of the sandbar shark (*Carcharhinus plumbeus*) from the western North Atlantic. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 42 : 963-975.
- Casey, J. G., H. W. Pratt Jr., N. Kohler and C. E. Stillwell 1989 : The shark Tagger, 1988 summary. Newsletter of the Cooperative Shark Tagging Program, NOAA, NMFS, Northeast Fisheries Center. 12p.
- Cassie, R. M. 1954 : Some uses of probability paper in the analysis of size frequency distributions. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.* 5 : 513-522.
- Chen, C. T., K. Teshima and K. Mizue 1973 : Studies on sharks-IV. Testes and spermatogenesis in selachians. *Bull. Fac. Fish. Nagasaki Univ.*, 35 : 53-65.
- Chen, C., T. Taniuchi and Y. Nose 1981 : Some aspects of reproduction in the pointed-snout dogfish *Squalus japonicus* taken off Nagasaki and Choshi. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.* 47(9) : 1157-1164.
- Clark, E. and K. von Schmidt 1965 : Sharks of the central Gulf coast of Florida. *Bull. Mar. Sci.*, 15, 13-83.
- Compagno, L. J. V. 1984 : FAO species catalog, V.4 : Sharks of the world ; Part 2- Carcharhiniformes. Fisheries Synopsis No. 125., Food and Agricultural Organization of the United Nations. Rome, Italy. 655p.
- Daiber, F. C. 1960 : A technique for age determination in the skate, *Raja eglanteria*. *Copeia*. 1960(3), 258-260.
- Dodd, J. M. 1983 : Reproduction in cartilaginous fishes (Chondrichthyes). In *Fish Physiology*. vol. IX

- Reproduction Part A, p. 31-95., W. S. Hoar, D. J. Randall and E. M. Donaldson (ed.), Academic Press, Inc., Orlando.
- Dodimead, A. J., F. Favorite and T. Hirano 1963: Salmon of the North Pacific Ocean-Part II. Review of oceanography of the subarctic Pacific Region. *Bull. Int. North Pac. Fish. Comm.*, 13, 1-195.
- Gubanov, Ye. P. and V. N. Grigor'yev 1975: Observation on the distribution and biology of the blue shark *Prionace glauca* (Carcharhinidae) of the Indian Ocean. *Vopr. Ikhtiol.*, 15(1), 43-50.
- 花本栄二 1974: メバチに関する水産海洋学的研究-I, 東部熱帯太平洋におけるマグロはえなわの漁獲深度, うみ 第12巻 第3号: 10-18.
- 北大水産学部 1983: 海洋調査漁業試験要報, 26号, 364p.
- 北大水産学部 1984: 海洋調査漁業試験要報, 27号, 376p.
- 北大水産学部 1985: 海洋調査漁業試験要報, 28号, 390p.
- 北大水産学部 1986: 海洋調査漁業試験要報, 29号, 348p.
- 北大水産学部 1988: 海洋調査漁業試験要報, 31号, 396p.
- Holden, M. J. 1973: Are long-term sustainable fisheries for elasmobranchs possible?. *Rapp. P. -v. Reun. Cons. perm. int. Explor. Mer*, 164, 360-367.
- Holden, M. J. 1974: Problems in the rational exploitation of elasmobranch populations and some suggested solution. *In Sea fisheries research*, p. 117-138. F. R. Harden Jones. (ed.), Logos press, London.
- Holden, M. J. 1977: Elasmobranchs. *In Fish Population Dynamics*, p. 187-215. J. A. Gulland (ed.), John Wiley & Sons, London.
- Holden, M. J. and M. R. Vince 1973: Age validation studies on the centra of *Raja clavata* using tetracycline. *J. Cons. int. Explor. Mer*, 35(1): 13-17.
- Holden, M. J. and P. S. Meadows 1962: The structure of the spine of the spur dogfish (*Squalus acanthias* L.) and its use for age determination. *J. mar. Biol. Ass. U. K.*, 42, 179-197.
- Ishiyama, R. 1951: Studies on the rays and skates belonging to family *Rajidae*, found in Japan and adjacent regions. 2. On the age determination of Japanese black-skate *Raja fusca* (Garman) (Preliminary Report). *Bull. Jap. Soc. Fish.*, 16(12), 112-118.
- 石山礼蔵 1951: 日本産カンギエヒ科魚類の研究(第3報), 東支那海産イサゴガンギエヒ(*Raja hollandi* Jordan et Richardson)の年齢査定, 日水誌 第16巻 第12号: 119-124.
- 海洋水産資源開発センター 1980a: 昭和53年度 さめ新資源開発調査報告書, 221p.
- 海洋水産資源開発センター 1980b: 昭和54年度 さめ新資源開発調査報告書, 222p.
- 海洋水産資源開発センター 1980c: 昭和53年度 えちおびあ(しまがつお)新資源開発調査報告書, 267p.
- 海洋水産資源開発センター 1981: 昭和55年度 さめ新資源開発調査報告書, 131p.
- 海洋水産資源開発センター 1983a: 昭和55年度 しまがつお(えちおびあ)新資源開発調査報告書, 187p.
- 海洋水産資源開発センター 1983b: 昭和56年度 しまがつお(えちおびあ)新資源開発調査報告書, 128p.
- 海洋水産資源開発センター 1984: 昭和56年度 さめ新資源開発調査報告書, 162p.
- 海洋水産資源開発センター 1985: 昭和57年度 しまがつお新資源開発調査報告書, 114p.
- 海洋水産資源開発センター 1986: 昭和58年度 しまがつお新資源開発調査報告書, 110p.
- Ketchen, K. S. 1972: Size at maturity, spiny dogfish (*squalus acanthias*) in British columbia., *J. Fish.*

- Res. Bd. Canada*, 29 : 1714-1723.
- Ketchen, K. S. 1975 : Age and growth of dogfish *Squalus acanthias* in British Columbia Waters., *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 32 : 43-59.
- 木部崎修 1954 : 東海・黄海産鮫類の資源生物学的研究(II), ツマリツノザメ(*S. brevirostris*)の成熟について. 西海区水研報(5) : 36-46.
- Kohler, N. E. and C. E. Stillwell 1981 : Food habits of the blue shark (*Prionace glauca*) in the Northwest Atlantic., *ICESC. M.*, H : 61, 12p.
- 河野成実 1984 : 夏季, 北太平洋の亜寒帯境界周辺海域に出現する表層性魚類の分布様式と餌生物の関係. 北海道大学水産学部修士論文 142p.
- LeBrasseur, R. J. 1964 : Stomach contents of Blue shark (*Prionace glauca* L.) taken in the Gulf of Alaska. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 21(4), 861-862
- LeBrasseur, R. J. 1967 : Line fishing at Ocean Station P, 50°00'N, 145°00'W., *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 24(10) : 2201-2203.
- 榎原誠 1980 : 豊富なサメ資源を有効利用する. 水産週報 No. 898, 22-26.
- Mattews, L. H. 1950 : Reproduction in the Basking shark, *Cetorhinus maximus*. *Philos. Trans. Zool. Soc. Lond.* (B), 234 : 247-316.
- 三島清吉 1981 : 夏期亜寒帯性生物の亜寒帯海洋前線の乗り越えについて. 北大水産北洋研業績集, 特別号 : 61-71.
- 三島清吉・小城春雄・島崎健二・大迫正尚 1981 : 亜寒帯海洋前線周辺海域における浮魚群集の類型化. 北大水産北洋研業績集, 特別号 : 105-118.
- 村上幸一・渡辺安宏・中田淳 1981 : 北太平洋におけるアカイカの成長と分布・回遊. 北大水産北洋研業績集, 特別号 : 161-179.
- 本永文彦・石岡清英 1988 : 3. Bertalanffy の成長曲線の当てはめ(定差図法). パソコンによる資源解析プログラム集, p. 26-34. 東海区水産研究所数理統計部編, 東海区水産研究所, 東京.
- 中野秀樹 1984 : 北太平洋産ヨシキリザメの年齢・成長および分布について. 北海道大学水産学部修士論文 93p.
- 中野秀樹・島崎健二 1988 : ヨシキリザメ(*Prionace glauca* L.)に対する流し網の網目選択性. 北大水産研究彙報, 第40巻, 第1号 : 22-29.
- 中野秀樹・榎原誠・島崎健二 1985 : 北太平洋中緯度海域におけるヨシキリザメの分布と生物学的特性. 北大水産研究彙報, 第36巻, 第3号 : 99-113.
- Neave, F. and M. G. Hanavan 1960 : Seasonal distribution of some epipelagic fishes in the Gulf of Alaska region. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 17(2), 221-223.
- Olsen, A. M. 1954 : The biology, migration, and growth rate of the school shark, *Galeorhinus australis* (Macleay) (Carcharhinidae) in, south-eastern Australian waters. *Aust. J. Mar. Freshwat. Res.*, 5(3) : 353-410.
- Otsu, T. and R. N. Uchida 1963 : Model of the migration of albacore in the North Pacific Ocean. *U. S. Fish. and Wild. Serv., Fish. Bull.*, 63(1), 33-44.
- Parsons, G. R. 1983 : The reproductive biology of the Atlantic sharp-nose shark, *Rhizoprionodon terraenovae* (Richardson). *Fish. Bull.*, 81(1), 61-73.
- Pratt, H. W. Jr., 1979 : Reproduction in the blue shark, *Prionace glauca*. *Fish. Bull.*, 77(2), 445-470.

- Pratt, H. W. Jr. and C. Stillwell 1981 : Age and growth of the shortfin Mako. Newsletter "The shark tagger" NOAA. 3.8.
- Pratt, H. W. Jr. and J. G. Casey 1983 : Age and growth of the shortfin mako, *Isurus oxyrinchus*, using four methods. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 40 : 1944-1957.
- 島崎健二・中村悟 1981 : シマガツオ (*Brama japonica* Hilgendorf) の生態学的研究. 北大水産北洋研業績集, 特別号 : 91-103.
- Springer, S. 1960 : Natural history of the sandbar shark *Eulamia milberti*. *Fish. Bull.* 178(61), 1-38.
- Springer, S. 1967 : Social organization of shark population. *In* sharks, skate and rays, p. 149-174., P. W. Gilbert, R. F. Mathewson and D. P. Rall (ed.), The Johns Hopkins Press, Baltimore.
- Stevens, J. D. 1973 : Stomach contents of the blue shark (*Prionace glauca* L.) off south-west England., *J. Mar. Biol. Assoc. U. K.*, 53(2) : 357-361.
- Stevens, J. D. 1974 : The occurrence and significance of tooth cuts on the blue shark (*Prionace glauca* L.) from British waters. *J. Mar. Biol. Assoc. U. K.* 55, 657-665.
- Stevens, J. D. 1975 : Vertebral rings as a means of age determination in the blue shark (*Prionace glauca* L.). *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* 55, 657-665
- Stevens, J. D. 1976 : First results of shark tagging in the north-east Atlantic., *J. Mar. Biol. Assoc. U. K.*, 56(4) : 929-937.
- Stevens, J. D. 1983 : Observations on reproduction in the shortfin mako *Isurus Oxyrinchus*. *Copeia*, 1983(1) : 126-130.
- Stevens, J. D. and P. D. Wiley 1986 : Biology of two Commercially important carcharhinid sharks from Northern Australia. *Aust. J. Mar. Freshw. Res.*, 37 : 671-688.
- Strasburg, D. W. 1958 : Distribution, abundance, and habits of pelagic sharks in the Central Pacific Ocean. *Fish. Bull.*, 138 : 335-361.
- 須田明 1953 : ヨシキリザメ (*Prionace glauca* Linne) の生態研究 I. 南海区水産研業績集, 第 1 号(26) : 1-11.
- 田中彰 1980 : 北太平洋北西海域におけるネズミザメ, *Lamna ditropis*, の生物調査. 海洋水産資源開発センター 昭和54年度 さめ新資源開発調査報告書 : 59-84.
- 田中彰 1984 : 4. 資源研究の現状. p. 46-59. 水産学シリーズ49. 資源生物としてのサメ・エイ類, 谷内透・須山三千三編, 恒星社厚生閣刊, 東京.
- 田中昌一 1956 : Polymodal な度数分布の一つの取扱方及びそのキダイ体長組成解析への応用. 東海区水産研究所報告, 14 : 1-13.
- Tanaka, S., C. T. Chen and K. Mizue 1978 : Studies on Sharks XVII. Age and growth of Eiraku Sharks *Galeorhinus japonicus*. *Bull. Fac. Fish. Nagasaki Univ.*, 48, 19-28.
- 谷内透 1969 : 延縄漁業で漁獲される大型サメ類の研究. 東京大学農学部博士論文, 98p.
- 谷内透 1978 : サメ類の再生産について. SYMPOSIUM-100 板鯧類, 海洋科学, 10(2) : 45-51.
- 谷内透 1979 : 外洋性のサメの種類と分布. 海洋と生物, 4(1-4) : 2-7.
- 谷内透 1984 : 3. 漁業との関わり, p. 35-45. 水産学シリーズ49, 資源生物としてのサメ・エイ類, 谷内透・須山三千三編, 恒星社厚生閣刊, 東京.
- 谷内透・水江一弘・田中彰 1984 : 1-4 サメ類の分布と移動. 海洋の生物過程, p. 186-192, 丸茂隆三編, 恒星社厚生閣刊, 東京.

- Teshima, K. 1981 : Studies on the reproduction of Japanese smooth dogfish *Mustelus manazo* and *M. griseus*. *J. Shimonoseki Univ. Fish.*, 29(2) : 113-199.
- Tricas, T. C. 1979 : Relationship of the blue shark, *Prionace glauca*, and its prey species near Santa Catalina Island. *Calif. Fish. Bull.* 77(1) : 175-182.
- 辻田時実 1981 : 極前線生態系の内部力学. 北大水産北洋研業績集, 特別号 : 55-60.
- 堤裕昭・田中雅生 1987 : 多毛類の個体群動態の調査解析法(マイクロコンピューターを使用した体長の計測から世代解析まで). 日本ベントス研究会誌, 31 : 18-28.
- Walford, L. A. 1946 : A new graphic methods of describing the growth of animals. *Biol. Bull. Mar. Biol. Lab., Woods Hole, Mass.*, 90(2), 141-147.
- Wass, R. C. 1973 : Size, Growth, and reproduction of the sandbar shark, *Carcharhinus milberti*, in Hawaii. *Pacific Science*, 27(4) : 305-318.
- Yamanaka, H., J. Morita and N. Anraku 1969 : Relation between the distribution of tuna and water types of the North and South Pacific Ocean. *Bull. Fish. Far Seas Fish. Res. Lab.*, 2 : 257-273.

## 付 表

Appendix 1. The calculated values for Gaussian curves fitted to quarterly length frequency distributions of male and female blue shark.

Female : Quarter 1

体長(cm)	コホート 1	コホート 2	コホート 3	コホート 4	コホート 5	コホート 6	コホート 7	計算値	データ	カイ 2乗値
82	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
86	0	0	0	0	0	0	0.12	0.12	0	0.120
88	0	0	0	0	0	0	0.72	0.72	0	0.720
90	0	0	0	0	0	0	2.69	2.69	3	0.036
92	0	0	0	0	0	0	6.45	6.45	7	0.047
94	0	0	0	0	0	0	10.00	10.00	7	0.900
96	0	0	0	0	0	0	10.00	10.00	13	0.900
98	0	0	0	0	0	0	6.45	6.45	10	1.954
100	0	0	0	0	0	0	2.69	2.69	10	19.865
102	0	0	0	0	0	0	0.72	0.72	0	0.720
104	0	0	0	0	0	0	0.12	0.12	3	69.120
106	0	0	0	0	0	0.47	0.01	0.49	3	12.857
108	0	0	0	0	0	4.14	0	4.14	7	1.976
110	0	0	0	0	0	17.89	0	17.89	7	6.629
112	0	0	0	0	0	38.44	0	38.44	10	21.041
114	0	0	0	0	0	41.12	0	41.12	33	1.603
116	0	0	0	0	0.26	21.90	0	22.15	30	2.782
118	0	0	0	0	1.45	5.80	0	7.24	30	71.549
120	0	0	0	0	6.05	0.76	0	13.81	7	3.358
122	0	0	0	0.46	18.59	0.05	0	18.80	30	6.672
124	0	0	0	0.46	42.07	0	0	42.53	50	1.312
126	0	0	0	1.24	70.12	0	0	71.36	70	0.026
128	0	0	0	3.01	86.09	0	0	89.10	73	2.909
130	0	0	0	6.65	77.85	0	0	84.50	77	0.666
132	0	0	0	13.28	51.86	0	0	65.14	80	3.390
134	0	0	0	24.05	25.44	0	0	49.49	77	15.292
136	0	0	0	39.46	9.19	0	0	48.65	70	9.369
138	0	0	0	58.67	2.44	0	0	61.11	70	1.293
140	0	0	0	79.04	0.48	0	0	79.52	70	1.140
142	0	0	0	96.48	0.08	0	0	96.56	97	0.002
144	0	0	0.21	106.72	0	0	0	106.93	113	0.345
146	0	0	1.06	106.96	0	0	0	108.03	113	0.229
148	0	0	4.33	97.14	0	0	0	101.47	87	2.063
150	0	0	13.98	79.94	0	0	0	93.92	90	0.164
152	0	0.17	35.78	59.61	0	0	0	95.55	113	3.187
154	0	0.60	71.61	40.27	0	0	0	113.48	133	3.358
156	0	1.86	116.84	24.66	0	0	0	143.35	143	0.001
158	0	4.95	149.09	13.68	0	0	0	167.72	143	3.643
160	0	11.35	150.87	6.88	0	0	0	169.10	153	1.533
162	0	22.40	121.07	3.13	0	0	0	146.61	137	0.630
164	0.03	38.05	77.05	1.29	0	0	0	116.42	120	0.110
166	0.09	55.63	38.88	0.48	0	0	0	95.08	100	0.255
168	0.22	70.00	15.56	0.16	0	0	0	85.93	83	0.100
170	0.51	75.81	4.93	0.07	0	0	0	81.32	83	0.035
172	1.09	70.67	1.24	0	0	0	0	73.00	67	0.493
174	2.13	56.17	0.25	0	0	0	0	59.09	53	0.628
176	3.83	39.16	0.04	0	0	0	0	43.04	43	0.000
178	6.31	23.28	0	0	0	0	0	29.59	37	1.856
180	9.52	11.91	0	0	0	0	0	21.43	27	1.448
182	13.15	5.25	0	0	0	0	0	18.40	7	7.063
184	16.66	1.99	0	0	0	0	0	18.65	7	7.277
186	19.34	0.65	0	0	0	0	0	19.99	17	0.447
188	20.58	0.18	0	0	0	0	0	20.76	17	0.681
190	20.07	0.06	0	0	0	0	0	20.12	20	0.001
192	17.93	0	0	0	0	0	0	17.93	10	3.507
194	14.69	0	0	0	0	0	0	14.69	20	1.919
196	11.02	0	0	0	0	0	0	11.02	10	0.094
198	7.58	0	0	0	0	0	0	7.58	10	0.773
200	4.70	0	0	0	0	0	0	4.78	0	4.780
202	2.76	0	0	0	0	0	0	2.76	0	2.760
204	1.46	0	0	0	0	0	0	1.46	3	1.624
206	0.71	0	0	0	0	0	0	0.71	3	7.386
208	0.32	0	0	0	0	0	0	0.32	3	22.445
210	0.13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
212	0.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0
214	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0
216	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0
218	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
220	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合計	175.0	490.1	803.8	863.8	392.0	130.6	40.0	2902.2	2909	339.1



## Appendix 1. (continued)

Female: Quarter 2

体長(cm)	コホート1	コホート2	コホート3	コホート4	コホート5	コホート6	コホート7	コホート8	コホート9	計算値	データ	カイ2乗値
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0.56	0.56	7	5.925
32	0	0	0	0	0	0	0	0	1.96	1.96	7	3.629
34	0	0	0	0	0	0	0	0	5.36	5.36	7	0.384
36	0	0	0	0	0	0	0	0	11.40	11.40	13	0.197
38	0	0	0	0	0	0	0	0	18.92	18.92	13	2.696
40	0	0	0	0	0	0	0	0	24.44	24.44	30	1.030
42	0	0	0	0	0	0	0	0.14	24.59	24.73	23	0.130
44	0	0	0	0	0	0	0	0.38	19.27	19.65	27	2.001
46	0	0	0	0	0	0	0	0.95	11.76	12.71	7	4.658
48	0	0	0	0	0	0	0	2.18	5.59	7.77	7	0.085
50	0	0	0	0	0	0	0	4.67	2.07	6.74	7	0.010
52	0	0	0	0	0	0	0	9.27	0.60	9.87	10	0.002
54	0	0	0	0	0	0	0	17.03	0.13	17.16	17	0.002
56	0	0	0	0	0	0	0	29.03	0.03	29.06	27	0.157
58	0	0	0	0	0	0	0	45.84	0	45.84	33	4.996
60	0	0	0	0	0	0	0.44	67.11	0	67.55	57	1.953
62	0	0	0	0	0	0	1.07	91.05	0	92.12	77	2.969
64	0	0	0	0	0	0	2.42	114.50	0	116.92	100	2.863
66	0	0	0	0	0	0	5.14	133.46	0	138.60	117	3.988
68	0	0	0	0	0	0	10.26	144.19	0	154.45	140	1.491
70	0	0	0	0	0	0	19.25	144.38	0	163.63	157	0.280
72	0	0	0	0	0	0	33.91	134.01	0	167.92	173	0.149
74	0	0	0	0	0	0	56.14	115.28	0	171.42	170	0.012
76	0	0	0	0	0	0	87.29	91.92	0	179.21	180	0.003
78	0	0	0	0	0	0	127.52	67.93	0	195.45	180	1.326
80	0	0	0	0	0	0.21	225.61	46.53	0	221.74	223	0.007
82	0	0	0	0	0	0.52	225.61	29.54	0	255.67	263	0.204
84	0	0	0	0	0	1.23	273.25	17.39	0	291.87	303	0.409
86	0	0	0	0	0	2.69	310.89	9.48	0	323.06	327	0.047
88	0	0	0	0	0	5.48	332.30	4.79	0	342.57	330	0.479
90	0	0	0	0	0	10.38	333.66	2.25	0	346.29	323	1.679
92	0	0	0	0	0	18.32	314.74	0.98	0	334.04	317	0.916
94	0	0	0	0	0	30.06	278.91	0.39	0	309.36	303	0.133
96	0	0	0	0	0	45.90	232.19	0.15	0	278.24	293	0.744
98	0	0	0	0	0	65.23	181.59	0.07	0	246.89	267	1.515
100	0	0	0	0	0	86.26	133.41	0	0	219.67	250	3.680
102	0	0	0	0	0	106.14	92.08	0	0	198.22	213	1.026
104	0	0	0	0	0.15	121.53	59.70	0	0	181.38	163	2.073
106	0	0	0	0	0.37	129.49	36.37	0	0	166.23	153	1.144
108	0	0	0	0	0.88	128.38	20.81	0	0	150.07	160	0.616
110	0	0	0	0	1.93	118.44	11.19	0	0	131.56	153	3.004
112	0	0	0	0	3.97	101.68	5.65	0	0	111.30	133	3.541
114	0	0	0	0	7.65	81.23	2.68	0	0	91.56	127	9.890
116	0	0	0	0	13.81	60.39	1.19	0	0	75.39	133	24.954
118	0	0	0	0	23.33	41.77	0.50	0	0	65.60	133	34.156
120	0	0	0	0	36.90	26.89	0.20	0	0	63.99	130	33.518
122	0	0	0	0	54.65	16.11	0.11	0	0	70.87	163	52.073
124	0	0	0	0	75.79	8.98	0	0	0	84.77	173	44.997
126	0	0	0	0	98.40	4.66	0	0	0	103.06	163	22.042
128	0	0	0	0.33	119.64	2.25	0	0	0	122.22	143	3.020
130	0	0	0	1.01	136.18	1.01	0	0	0	138.20	147	0.527
132	0	0	0	2.77	145.15	0.42	0	0	0	148.34	190	9.135
134	0	0	0	6.82	144.86	0.16	0	0	0	151.84	187	6.611
136	0	0	0	14.99	135.36	0.09	0	0	0	150.44	183	5.793
138	0	0	0	29.47	118.43	0	0	0	0	147.90	143	0.168
140	0	0	0	51.78	97.02	0	0	0	0	148.80	150	0.010
142	0	0	0	81.33	74.42	0	0	0	0	155.75	150	0.220
144	0	0	0	114.22	53.45	0	0	0	0	167.67	150	2.082
146	0	0	0	143.41	35.94	0	0	0	0	179.35	120	29.354
148	0	0	0	160.96	22.63	0	0	0	0	183.59	110	49.232
150	0	0	0	161.52	13.34	0	0	0	0	174.86	73	142.130

## Appendix 1. (continued)

Female : Quarter 2 (continued)

体長(cm)	コホート1	コホート2	コホート3	コホート4	コホート5	コホート6	コホート7	コホート8	コホート9	計算値	データ	カイ2乗値
152	0	0	0	144.90	7.37	0	0	0	0	152.27	73	86.079
154	0	0	0.40	116.22	3.81	0	0	0	0	120.43	67	42.608
156	0	0	3.34	83.33	1.84	0	0	0	0	88.51	83	0.366
158	0	0	16.56	53.42	0.83	0	0	0	0	70.81	73	0.066
160	0	0.34	48.53	30.61	0.35	0	0	0	0	79.83	50	17.797
162	0	1.69	84.10	15.68	0.14	0	0	0	0	101.61	47	63.452
164	0	6.12	86.22	7.18	0.08	0	0	0	0	99.60	40	88.804
166	0	16.07	52.30	2.94	0	0	0	0	0	71.31	37	31.816
168	0.05	30.66	18.76	1.08	0	0	0	0	0	50.55	20	46.665
170	0.21	42.52	3.97	0.35	0	0	0	0	0	47.05	17	53.118
172	0.71	42.86	0.50	0.14	0	0	0	0	0	44.21	13	74.928
174	2.00	31.41	0.04	0	0	0	0	0	0	33.45	13	32.169
176	4.55	16.73	0	0	0	0	0	0	0	21.28	17	1.078
178	8.43	6.48	0	0	0	0	0	0	0	14.91	10	2.411
180	12.71	1.82	0	0	0	0	0	0	0	14.53	10	2.052
182	15.58	0.37	0	0	0	0	0	0	0	15.95	7	11.443
184	15.53	0.06	0	0	0	0	0	0	0	15.59	13	0.516
186	12.59	0.01	0	0	0	0	0	0	0	12.60	10	0.676
188	8.30	0	0	0	0	0	0	0	0	8.30	10	0.289
190	4.45	0	0	0	0	0	0	0	0	4.45	3	0.701
192	1.94	0	0	0	0	0	0	0	0	1.94	7	3.658
194	0.69	0	0	0	0	0	0	0	0	0.69	3	1.779
196	0.20	0	0	0	0	0	0	0	0	0.20	7	6.606
198	0.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0.05	3	2.901
200	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	3	2.980
202	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
204	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
206	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
208	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
210	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
合計	88	197.14	314.72	1224.4	1428.6	1215.9	3365.4	1324.8	126.68	9285.9	9170	1113.01

## Appendix 1. (continued)

Female : Quarter 3

体長(cm)	コホート1	コホート2	コホート3	コホート4	コホート5	コホート6	コホート7	計算値	データ	カイ2乗値
30	0	0	0	0	0	0	2.19	2.19	3	0.2187
32	0	0	0	0	0	0	4.59	4.59	3	0.8427
34	0	0	0	0	0	0	8.92	8.92	3	11.682
36	0	0	0	0	0	0	16.01	16.01	13	0.6969
38	0	0	0	0	0	0	26.56	26.56	23	0.5510
40	0	0	0	0	0	0	40.75	40.75	33	1.8200
42	0	0	0	0	0	0	57.81	57.81	63	0.4275
44	0	0	0	0	0	0	75.82	75.82	97	4.6246
46	0	0	0	0	0	0	91.95	91.95	127	9.6732
48	0	0	0	0	0	0	103.1	103.1	113	0.8673
50	0	0	0	0	0	0	106.88	106.88	110	0.0884
52	0	0	0	0	0	0.41	102.44	102.85	107	0.1609
54	0	0	0	0	0	1.62	90.79	92.41	93	0.0037
56	0	0	0	0	0	5.35	74.39	79.74	77	0.0975
58	0	0	0	0	0	14.93	56.36	71.29	73	0.0400
60	0	0	0	0	0	35.22	39.48	74.7	23	0.0395
62	0	0	0	0	0.35	70.13	25.57	96.05	107	1.1205
64	0	0	0	0	0.92	117.94	15.31	134.17	130	0.1337
66	0	0	0	0	2.27	167.46	8.48	178.21	180	0.0178
68	0	0	0	0	5.2	200.79	4.34	210.33	177	6.2762
70	0	0	0	0	11.04	203.3	2.05	216.39	197	1.9084
72	0	0	0	0	21.79	173.82	0.9	196.51	183	0.9973
74	0	0	0	0	39.92	125.49	0.36	165.77	173	0.3021
76	0	0	0	0	67.88	76.5	0.14	144.52	157	0.9920
78	0	0	0	0	107.14	39.38	0.07	146.59	167	2.4944
80	0	0	0	0.23	156.98	17.12	0	174.33	270	33.899
82	0	0	0	0.6	213.5	6.28	0	220.38	317	29.449
84	0	0	0	1.47	269.54	1.95	0	272.96	370	25.450
86	0	0	0	3.32	315.87	0.51	0	319.7	327	0.1629
88	0	0	0	7	343.62	0.14	0	350.76	287	14.164
90	0	0	0	13.68	346.98	0	0	360.66	310	8.2788
92	0	0	0	24.82	325.25	0	0	350.07	310	5.1793
94	0	0	0	41.84	283	0	0	324.84	353	2.2464
96	0	0	0	65.48	228.58	0	0	294.06	307	0.5454
98	0	0	0.32	95.17	171.38	0	0	266.87	287	1.4119
100	0	0	0.77	128.45	119.27	0	0	248.49	270	2.7136
102	0	0	1.77	160.99	77.05	0	0	239.81	253	0.6876
104	0	0	3.79	187.38	46.21	0	0	237.38	233	0.0823
106	0	0	7.64	202.52	25.72	0	0	235.88	213	2.4577
108	0	0	14.44	203.26	13.29	0	0	230.99	203	3.8593
110	0	0	25.6	189.44	6.38	0	0	221.42	210	0.6210
112	0	0	42.61	163.96	2.84	0	0	209.41	213	0.0605
114	0	0	66.51	131.78	1.17	0	0	199.46	207	0.2746
116	0	0	97.43	98.35	0.45	0	0	196.23	210	0.9029
118	0	0	133.9	68.17	0.24	0	0	202.31	197	0.1431
120	0	0	172.65	43.87	0	0	0	216.52	243	2.8855
122	0	0	208.88	26.22	0	0	0	235.1	257	1.8661
124	0	0	237.1	14.55	0	0	0	251.65	293	5.8355
126	0	0	252.51	7.5	0	0	0	260.01	273	0.1680
128	0	0.21	252.32	3.59	0	0	0	256.12	260	0.0579
130	0	0.88	236.56	1.6	0	0	0	239.04	233	0.1565
132	0	3.03	208.08	0.66	0	0	0	211.77	210	0.0149
134	0	8.73	171.74	0.25	0	0	0	180.72	217	6.0656
136	0	21.01	132.98	0.13	0	0	0	154.12	187	5.7812
138	0.08	42.23	96.62	0	0	0	0	138.93	157	2.0797
140	0.23	70.95	65.86	0	0	0	0	137.04	117	3.4324
142	0.62	99.63	42.12	0	0	0	0	142.37	157	1.3632
144	1.5	116.93	25.28	0	0	0	0	143.71	163	2.2828
146	3.25	114.7	14.23	0	0	0	0	132.18	147	1.4940
148	6.3	94.04	7.52	0	0	0	0	107.86	87	5.0016
150	10.94	64.44	3.73	0	0	0	0	79.11	67	2.1888

## Appendix 1. (continued)

Female : Quarter 3 (continued)

身長(cm)	コホート1	コホート2	コホート3	コホート4	コホート5	コホート6	コホート7	計算値	データ	カイ2乗値
152	17.01	36.91	1.73	0	0	0	0	55.65	60	0.3153
154	23.68	17.67	0.76	0	0	0	0	42.11	47	0.5087
156	29.53	7.07	0.31	0	0	0	0	36.91	33	0.4632
158	32.96	2.36	0.18	0	0	0	0	25.5	27	2.6759
160	32.95	0.66	0	0	0	0	0	33.61	33	0.0112
162	29.49	0.15	0	0	0	0	0	29.64	30	0.0043
164	23.64	0.04	0	0	0	0	0	23.68	23	0.0201
166	16.96	0	0	0	0	0	0	16.96	10	4.8441
168	10.9	0	0	0	0	0	0	10.9	10	0.081
170	6.27	0	0	0	0	0	0	6.27	7	0.0761
172	3.23	0	0	0	0	0	0	3.23	7	2.0304
174	1.49	0	0	0	0	0	0	1.49	3	0.7600
176	0.62	0	0	0	0	0	0	0.62	3	1.8881
178	0.23	0	0	0	0	0	0	0.23	0	0
180	0.08	0	0	0	0	0	0	0.08	0	0
182	0.03	0	0	0	0	0	0	0.03	0	0
184	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
186	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
188	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
190	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
192	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
194	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
196	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
198	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合計	251.99	701.64	2525.9	1886.2	3203.8	1258.3	955.26	10783	11190	232.47

## Appendix 1. (continued)

Female: Quarter 4

体長(cm)	コホート1	コホート2	コホート3	コホート4	コホート5	コホート6	コホート7	コホート8	計算値	データ	カイ2乗値
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3.00
40	0	0	0	0	0	0	0	0.14	0.14	3	2.727
42	0	0	0	0	0	0	0.04	0.73	0.77	3	1.658
44	0	0	0	0	0	0	0.11	2.88	2.99	7	2.297
46	0	0	0	0	0	0	0.26	8.65	8.91	20	6.149
48	0	0	0	0	0	0	0.59	19.64	20.23	37	7.601
50	0	0	0	0	0	0	1.25	33.78	35.03	40	0.618
52	0	0	0	0	0	0	2.48	43.98	46.46	53	0.807
54	0	0	0	0	0	0	4.63	43.34	47.97	50	0.082
56	0	0	0	0	0	0	8.10	32.33	40.43	43	0.154
58	0	0	0	0	0	0	13.24	18.26	31.50	30	0.075
60	0	0	0	0	0	0	20.29	7.81	28.10	27	0.045
62	0	0	0	0	0	0.22	29.10	2.53	31.85	33	0.040
64	0	0	0	0	0	0.62	39.09	0.62	40.33	37	0.300
66	0	0	0	0	0	1.59	49.17	0.11	50.87	37	5.199
68	0	0	0	0	0	3.80	57.91	0.02	61.73	57	0.393
70	0	0	0	0	0	8.37	63.88	0	72.25	60	2.501
72	0	0	0	0	0	17.02	65.97	0	82.99	87	0.185
74	0	0	0	0	0	31.97	63.80	0	95.77	107	1.179
76	0	0	0	0	0	55.47	57.78	0	113.25	117	0.120
78	0	0	0	0	0.12	88.90	49.01	0	138.03	153	1.465
80	0	0	0	0	0.30	161.63	38.92	0	200.85	167	6.861
82	0	0	0	0	0.69	180.03	28.94	0	209.66	207	0.034
84	0	0	0	0	1.52	227.44	20.15	0	249.11	213	6.122
86	0	0	0	0	3.16	265.43	13.14	0	281.73	263	1.334
88	0	0	0	0	6.15	286.14	8.02	0	300.31	307	0.146
90	0	0	0	0	11.28	284.95	4.59	0	300.82	317	0.826
92	0	0	0	0	19.47	262.12	2.46	0	284.05	293	0.273
94	0	0	0	0	31.59	222.73	1.23	0	255.55	240	1.008
96	0	0	0	0	48.24	174.82	0.58	0	223.64	213	0.532
98	0	0	0	0	69.31	126.76	0.25	0	196.32	173	3.143
100	0	0	0	0	93.68	84.90	0.10	0	178.68	167	0.817
102	0	0	0	1.08	119.12	52.52	0.04	0	172.76	163	0.584
104	0	0	0	2.16	142.51	30.02	0.02	0	174.71	177	0.030
106	0	0	0	4.12	160.40	15.85	0	0	180.37	203	2.523
108	0	0	0	7.54	169.86	7.73	0	0	185.13	187	0.019
110	0	0	0	13.18	158.62	3.48	0	0	175.28	200	3.055
112	0	0	0	22.04	139.88	1.45	0	0	163.37	173	0.536
114	0	0	0	35.26	116.05	0.56	0	0	151.87	187	6.600
116	0	0	0	53.94	90.58	0.20	0	0	144.72	153	0.448
118	0	0	0	78.94	66.52	0.09	0	0	145.55	173	4.356
120	0	0	0	110.48	45.96	0	0	0	156.44	190	5.928
122	0	0	0	147.89	29.88	0	0	0	177.77	213	5.827
124	0	0	0	189.33	18.27	0	0	0	207.60	213	0.137
126	0	0	0	231.84	10.51	0	0	0	242.35	247	0.088
128	0	0	0	271.53	5.69	0	0	0	277.22	263	0.769
130	0	0	0	304.15	2.90	0	0	0	307.05	330	1.596
132	0	0	0	325.85	1.39	0	0	0	327.24	340	0.479
134	0	0	0	333.90	0.63	0	0	0	334.53	343	0.209
136	0	0	0.32	327.24	0.27	0	0	0	327.83	290	4.935
138	0.01	0	1.42	306.74	0	0	0	0	308.17	303	0.088
140	0.02	0	5.11	275.00	0	0	0	0	280.13	320	4.968
142	0.05	0	14.98	235.80	0	0	0	0	250.83	343	24.768
144	0.09	0	35.62	193.39	0	0	0	0	229.10	287	11.681
146	0.15	0	68.81	151.69	0	0	0	0	220.65	263	6.819
148	0.26	0	107.94	113.80	0	0	0	0	222.00	203	1.778
150	0.44	0	137.52	81.66	0	0	0	0	219.62	160	22.216

## Appendix 1. (continued)

Female: Quarter 4 (continued)

体長(cm)	コホート1	コホート2	コホート3	コホート4	コホート5	コホート6	コホート7	コホート8	計算値	データ	カイ2乗値
152	0.70	0.25	142.30	56.04	0	0	0	0	199.29	117	57.877
154	1.09	1.26	119.59	36.79	0	0	0	0	158.73	100	34.492
156	1.62	4.75	81.63	23.09	0	0	0	0	111.09	103	0.635
158	2.34	13.69	45.25	13.87	0	0	0	0	75.15	77	0.044
160	3.25	30.12	20.37	7.96	0	0	0	0	61.70	53	1.428
162	4.37	50.58	7.45	4.37	0	0	0	0	66.77	57	1.675
164	5.67	64.86	2.21	2.30	0	0	0	0	75.04	67	0.965
166	7.10	63.52	0.53	1.15	0	0	0	0	72.30	73	0.007
168	8.59	47.50	0.12	0.55	0	0	0	0	56.76	43	4.403
170	10.03	27.12	0	0.26	0	0	0	0	37.41	33	0.589
172	11.31	11.835	0	0.19	0	0	0	0	23.33	27	0.499
174	12.32	3.94	0	0	0	0	0	0	16.26	23	1.975
176	12.95	1.00	0	0	0	0	0	0	13.95	20	1.830
178	13.14	0.19	0	0	0	0	0	0	13.33	13	0
180	12.88	0.03	0	0	0	0	0	0	12.91	10	0
182	12.19	0	0	0	0	0	0	0	12.19	10	0
184	11.14	0	0	0	0	0	0	0	11.14	7	0
186	9.83	0	0	0	0	0	0	0	9.83	10	0
188	8.37	0	0	0	0	0	0	0	8.37	7	0
190	6.89	0	0	0	0	0	0	0	6.89	7	0
192	5.47	0	0	0	0	0	0	0	5.47	7	0
194	4.20	0	0	0	0	0	0	0	4.20	7	0
196	3.11	0	0	0	0	0	0	0	3.11	7	0
198	2.22	0	0	0	0	0	0	0	2.22	3	0
200	1.53	0	0	0	0	0	0	0	1.53	0	0
202	1.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
204	0.66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
206	0.41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
208	0.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
210	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合計	175.7	320.6	791.2	3965.1	1564.6	2596.8	645.1	214.8	10271.6	10369	274.5

## Appendix 1. (continued)

Male: Quarter 1

体長(cm)	コホート1	コホート2	コホート3	コホート4	コホート5	コホート6	コホート7	コホート8	計算値	データ	カイ2乗値
80	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
82	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	7	7.000
84	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	7	7.000
86	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	10	10.000
88	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	3	3.000
90	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	7	7.000
92	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	7	7.00
94	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	7	7.000
96	0	0	0	0	0	0	0	0.05	0.05	3	2.901
98	0	0	0	0	0	0	0	0.47	0.47	7	6.092
100	0	0	0	0	0	0	0	2.71	2.71	10	5.314
102	0	0	0	0	0	0	0	9.37	9.37	13	1.014
104	0	0	0	0	0	0	0.07	19.56	19.63	17	0.407
106	0	0	0	0	0	0	0.37	24.68	25.05	23	0.183
108	0	0	0	0	0	0	1.46	18.83	20.29	23	0.319
110	0	0	0	0	0	0	4.58	8.68	13.26	13	0.005
112	0	0	0	0	0	0	11.22	2.42	13.64	13	0.032
114	0	0	0	0	0	0.12	21.56	0.41	22.09	20	0.218
116	0	0	0	0	0	0.40	32.44	0.04	32.88	33	0.000
118	0	0	0	0	0	1.16	38.27	0	39.43	30	2.964
120	0	0	0	0	0	2.98	35.37	0	38.35	33	0.867
122	0	0	0	0	0	6.77	25.62	0	32.39	37	0.574
124	0	0	0	0	0	13.57	14.54	0	28.11	33	0.725
126	0	0	0	0	0	23.98	6.47	0	30.45	40	2.280
128	0	0	0	0	0	37.37	2.25	0	39.62	40	0.004
130	0	0	0	0	0	51.39	0.61	0	52.00	53	0.019
132	0	0	0	0	0	62.33	0.13	0	62.46	57	0.523
134	0	0	0	0	0.15	66.69	0.03	0	66.87	67	0.000
136	0	0	0	0	0.78	62.95	0	0	63.73	63	0.008
138	0	0	0	0	3.17	52.41	0	0	55.58	53	0.126
140	0	0	0	0	10.03	38.49	0	0	48.52	47	0.049
142	0	0	0	0	24.56	24.94	0	0	49.50	50	0.005
144	0	0	0	0.28	46.59	14.25	0	0	61.12	63	0.056
146	0	0	0	1.22	68.49	7.18	0	0	76.89	77	0.000
148	0	0	0	4.27	78.00	3.19	0	0	85.46	87	0.027
150	0	0	0	12.19	68.84	1.25	0	0	82.28	77	0.362
152	0	0	0.11	28.27	47.07	0.43	0	0	75.88	73	0.114
154	0	0	0.40	53.26	24.94	0.13	0	0	78.73	83	0.220
156	0	0	1.29	81.54	10.24	0.05	0	0	93.12	127	9.038
158	0	0	3.64	101.42	3.25	0	0	0	108.31	117	0.645
160	0	0	9.02	102.50	0.80	0	0	0	112.32	113	0.004
162	0	0	19.61	84.17	0.15	0	0	0	103.93	87	3.295
164	0	0	37.48	56.16	0.03	0	0	0	93.67	97	0.114
166	0	0	62.94	30.45	0	0	0	0	93.39	103	0.897
168	0	0.17	92.89	13.41	0	0	0	0	106.47	110	0.113
170	0	0.64	120.47	4.80	0	0	0	0	125.91	110	2.301
172	0	2.08	137.31	1.40	0	0	0	0	140.79	123	2.573
174	0	5.80	137.52	0.33	0	0	0	0	143.65	137	0.323
176	0.03	13.73	121.04	0.07	0	0	0	0	134.87	143	0.462
178	0.10	27.68	93.63	0	0	0	0	0	121.41	117	0.166
180	0.32	47.49	63.64	0	0	0	0	0	111.45	90	5.112
182	0.89	69.32	38.01	0	0	0	0	0	108.22	93	2.491
184	2.17	86.09	19.95	0	0	0	0	0	108.21	110	0.029
186	4.69	90.98	9.20	0	0	0	0	0	104.87	117	1.258
188	8.97	81.82	3.73	0	0	0	0	0	94.52	100	0.300
190	15.15	62.61	1.33	0	0	0	0	0	79.09	70	1.180
192	22.65	40.77	0.42	0	0	0	0	0	63.84	50	3.831
194	29.93	22.59	0.11	0	0	0	0	0	52.63	50	0.138
196	34.97	10.65	0.03	0	0	0	0	0	45.65	53	1.019
198	36.13	4.27	0	0	0	0	0	0	40.40	53	2.995
200	33.00	1.46	0	0	0	0	0	0	34.46	33	0.065
202	26.65	0.10	0	0	0	0	0	0	26.75	20	2.278
204	19.03	0.03	0	0	0	0	0	0	19.06	10	8.208
206	12.02	0	0	0	0	0	0	0	12.02	10	0.408
208	6.71	0	0	0	0	0	0	0	6.71	17	6.228
210	3.31	0	0	0	0	0	0	0	3.31	13	7.223
212	1.45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
214	0.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
216	0.19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
218	0.06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
220	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合計	259	568.28	973.77	575.74	387.09	472.03	194.99	87.22	3515.8	3559	136.105

## Appendix 1. (continued)

Male : Quarter 2

体長(cm)	コホート1	コホート2	コホート3	コホート4	コホート5	コホート6	コホート7	コホート8	コホート9	コホート10	コホート11	計算値	データカイ2乗値
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	7 7.000
32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.80	13 11.449
34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.83	4.83	13 5.135
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.09	17.32	17.41	33 7.365
38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.21	37.20	37.41	43 0.727
40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.50	47.85	48.35	50 0.054
42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.11	36.90	38.01	37 0.028
44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.31	17.05	19.36	20 0.020
46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.52	4.72	9.24	10 0.058
48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.30	0.78	9.08	0 0.000
50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14.35	0.08	14.43	7 7.886
52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23.35	0	23.35	17 2.372
54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35.72	0	35.72	40 0.458
56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51.41	0	51.41	47 0.414
58	0	0	0	0	0	0	0	0	0.30	69.59	0	69.89	57 2.915
60	0	0	0	0	0	0	0	0	0.81	88.61	0	89.42	80 1.109
62	0	0	0	0	0	0	0	0	2.05	106.14	0	108.19	103 0.262
60	0	0	0	0	0	0	0	0	4.81	119.59	0	124.40	113 1.150
66	0	0	0	0	0	0	0	0	10.43	126.75	0	137.18	97 16.644
68	0	0	0	0	0	0	0	0	20.95	126.35	0	147.30	113 10.411
70	0	0	0	0	0	0	0	0	38.92	118.49	0	157.41	127 7.282
72	0	0	0	0	0	0	0	0	66.91	104.52	0	171.43	180 0.408
74	0	0	0	0	0	0	0	0	106.46	86.72	0	193.18	200 0.233
76	0	0	0	0	0	0	0	0	156.78	67.68	0	224.46	240 1.006
78	0	0	0	0	0	0	0	0.26	213.66	49.69	0	263.61	270 0.151
80	0	0	0	0	0	0	0	0.83	269.48	34.32	0	304.63	307 0.018
82	0	0	0	0	0	0	0	2.38	314.55	22.29	0	339.22	353 0.538
84	0	0	0	0	0	0	0	6.15	339.80	13.62	0	359.57	350 0.262
86	0	0	0	0	0	0	0	14.29	339.72	7.83	0	361.84	380 0.868
88	0	0	0	0	0	0	0	29.94	314.33	4.23	0	348.50	320 2.538
90	0	0	0	0	0	0	0	56.53	269.16	2.15	0	327.84	307 1.415
92	0	0	0	0	0	0	0	96.24	213.30	1.03	0	310.57	300 0.372
94	0	0	0	0	0	0	0	147.67	156.44	0.46	0	304.57	350 5.897
96	0	0	0	0	0	0	0.33	204.25	106.19	0.20	0	310.97	360 6.678
98	0	0	0	0	0	0	1.08	254.66	66.70	0.08	0	322.52	333 0.330
100	0	0	0	0	0	0	3.13	286.20	38.78	0.04	0	328.15	287 5.900
102	0	0	0	0	0	0	8.00	289.94	20.86	0	0	318.80	277 6.308
104	0	0	0	0	0	0	18.03	264.76	10.39	0	0	293.18	237 13.317
106	0	0	0	0	0	0	35.85	217.94	4.79	0	0	258.58	267 0.266
108	0	0	0	0	0	0	62.87	161.71	2.04	0	0	226.62	230 0.050
110	0	0	0	0	0	0	97.28	108.15	0.81	0	0	206.24	217 0.534
112	0	0	0	0	0	0	132.82	65.20	0.29	0	0	198.31	180 1.863
114	0	0	0	0	0	0	160.01	35.43	0.14	0	0	195.58	220 2.711
116	0	0	0	0	0	0	170.08	17.36	0	0	0	187.44	197 0.464
118	0	0	0	0	0	1.24	159.52	7.66	0	0	0	168.42	187 1.846
120	0	0	0	0	0	3.55	132.01	3.05	0	0	0	138.61	147 0.479



## Appendix 1. (continued)

Male : Quarter 2 (continued)

体長(cm)	コホート1	コホート2	コホート3	コホート4	コホート5	コホート6	コホート7	コホート8	コホート9	コホート10	コホート11	計算値	データカイ2乗値
122	0	0	0	0	0	9.04	96.39	1.09	0	0	0	106.52	183 31.963
124	0	0	0	0	0	20.52	62.10	0.35	0	0	0	82.97	223 87.930
126	0	0	0	0	0	41.43	35.30	0.14	0	0	0	76.87	230101.951
128	0	0	0	0	0	74.49	17.70	0	0	0	0	92.19	270117.098
130	0	0	0	0	0	119.22	7.83	0	0	0	0	127.05	237 51.008
132	0	0	0	0	0	169.85	3.06	0	0	0	0	172.91	233 15.497
134	0	0	0	0	0.54	215.41	1.05	0	0	0	0	217.00	187 4.813
136	0	0	0	0	1.82	243.20	0.32	0	0	0	0	245.34	213 4.910
138	0	0	0	0	5.39	244.42	0.11	0	0	0	0	249.92	203 10.845
140	0	0	0	0	13.85	218.68	0	0	0	0	0	232.53	183 13.406
142	0	0	0	0	30.89	174.16	0	0	0	0	0	205.05	177 4.445
144	0	0	0	0	59.83	123.48	0	0	0	0	0	183.31	183 0.001
146	0	0	0	0	100.64	77.93	0	0	0	0	0	178.57	197 1.724
148	0	0	0	0	147.00	43.78	0	0	0	0	0	190.78	167 3.386
150	0	0	0	0	186.48	21.90	0	0	0	0	0	208.38	163 12.634
152	0	0	0	0	205.44	9.75	0	0	0	0	0	215.19	163 16.710
154	0	0	0	0	196.56	3.86	0	0	0	0	0	200.42	150 16.948
156	0	0	0	1.15	163.32	1.36	0	0	0	0	0	165.83	123 14.914
158	0	0	0	6.41	117.86	0.43	0	0	0	0	0	124.70	100 6.101
160	0	0	0	24.38	73.86	0.16	0	0	0	0	0	98.40	113 1.886
162	0	0	0.35	63.43	40.20	0	0	0	0	0	0	103.98	133 6.332
164	0	0	1.38	112.91	19.00	0	0	0	0	0	0	133.29	127 0.312
166	0	0	4.53	137.52	7.80	0	0	0	0	0	0	149.85	97 28.795
168	0	0	12.17	114.61	2.78	0	0	0	0	0	0	129.56	70 50.677
170	0	0	26.78	65.36	0.86	0	0	0	0	0	0	93.00	80 2.113
172	0	0	48.31	25.50	0.23	0	0	0	0	0	0	74.04	90 2.830
174	0	0	71.45	6.80	0.07	0	0	0	0	0	0	78.32	90 1.516
176	0	0	86.60	1.24	0	0	0	0	0	0	0	87.84	70 4.547
178	0	0	86.05	0.17	0	0	0	0	0	0	0	86.22	50 26.238
180	0	0.19	70.08	0	0	0	0	0	0	0	0	70.27	33 42.093
182	0	1.85	46.78	0	0	0	0	0	0	0	0	48.63	53 0.360
184	0	10.57	25.60	0	0	0	0	0	0	0	0	36.17	50 3.825
186	0	34.91	11.48	0	0	0	0	0	0	0	0	46.39	60 3.087
188	0	66.87	4.22	0	0	0	0	0	0	0	0	71.09	37 31.409
190	0.37	74.35	1.27	0	0	0	0	0	0	0	0	75.99	37 41.087
192	2.04	47.98	0.31	0	0	0	0	0	0	0	0	50.33	23 32.475
194	7.45	17.97	0.08	0	0	0	0	0	0	0	0	25.50	27 0.083
196	17.86	3.90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21.76	23 0.067
198	28.22	0.49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28.71	23 1.418
200	29.39	0.04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29.43	10 37.752
202	20.17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20.17	3 98.270
204	9.12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.12	0 0.000
206	2.72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.72	3 0.026
208	0.53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.53	0 0.000
210	0.07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.07	0 0.000
212	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0 0.000
合計	117.94	259.12	497.44	559.48	1374.4	1817.8	1204.8	2272.1	3089.8	1292.2	167.53	12652	126101070.66

## Appendix 1. (continued)

Male : Quarter 3

体長(cm)	コホート1	コホート2	コホート3	コホート4	コホート5	コホート6	コホート7	コホート8	計算値	データカイト乗値	
30	0	0	0	0	0	0	0	0.63	0.63	0	0.000
32	0	0	0	0	0	0	0	1.76	1.76	0	0.000
34	0	0	0	0	0	0	0	4.44	4.44	3	0.691
36	0	0	0	0	0	0	0	9.98	9.98	17	2.899
38	0	0	0	0	0	0	0	20.03	20.03	30	3.313
40	0	0	0	0	0	0	0	35.88	35.88	50	3.987
42	0	0	0	0	0	0	0	57.37	57.37	67	1.384
44	0	0	0	0	0	0	0	81.89	81.89	90	0.731
46	0	0	0	0	0	0	0.17	104.33	104.50	93	1.422
48	0	0	0	0	0	0	0.53	118.67	119.20	100	3.686
50	0	0	0	0	0	0	1.51	120.49	122.00	100	4.840
52	0	0	0	0	0	0	3.91	109.21	113.12	103	0.994
54	0	0	0	0	0	0	9.15	88.36	97.51	107	0.842
56	0	0	0	0	0	0	19.35	63.82	83.17	97	1.972
58	0	0	0	0	0	0	37.03	41.15	78.18	97	3.651
60	0	0	0	0	0	0.32	64.12	23.68	88.12	83	0.316
62	0	0	0	0	0	0.80	100.45	12.17	113.42	153	10.239
64	0	0	0	0	0	1.86	142.37	5.58	149.81	190	8.501
66	0	0	0	0	0	4.09	182.57	2.28	188.94	247	13.648
68	0	0	0	0	0	8.41	211.83	0.84	221.08	237	1.069
70	0	0	0	0	0	16.23	222.36	0.27	238.86	257	1.280
72	0	0	0	0	0	29.36	211.19	0.11	240.66	240	0.002
74	0	0	0	0	0	49.82	181.47	0	231.29	217	0.000
76	0	0	0	0	0	79.27	141.08	0	220.35	220	0.000
78	0	0	0	0	0	118.29	99.23	0	217.57	233	0.000
80	0	0	0	0	0	165.53	63.15	0	228.68	260	0.000
82	0	0	0	0	0	217.23	36.36	0	253.59	250	0.052
84	0	0	0	0	0	267.34	18.94	0	286.28	343	9.379
86	0	0	0	0	0	308.54	8.93	0	317.47	350	3.023
88	0	0	0	0	0.24	333.93	3.81	0	337.98	383	5.292
90	0	0	0	0	0.78	338.94	1.47	0	341.14	287	10.213
92	0	0	0	0	2.04	322.61	0.51	0	325.16	273	9.966
94	0	0	0	0	5.11	287.98	0.16	0	293.25	250	7.482
96	0	0	0	0	11.50	241.06	0.06	0	252.62	277	2.146
98	0	0	0	0	23.27	189.24	0	0	212.51	237	2.531
100	0	0	0	0	42.35	139.32	0	0	181.67	220	6.678
102	0	0	0	0	69.28	96.18	0	0	165.46	160	0.186
104	0	0	0	0	101.89	62.27	0	0	164.16	197	5.474
106	0	0	0	0	134.70	37.81	0	0	172.51	153	2.488
108	0	0	0	0	160.09	21.53	0	0	181.62	177	5.354
110	0	0	0	2.99	171.06	11.50	0	0	185.55	150	14.820
112	0	0	0	5.66	164.31	5.76	0	0	175.73	153	16.086
114	0	0	0	10.17	141.88	2.70	0	0	154.75	153	46.584
116	0	0	0	17.33	110.14	1.19	0	0	128.66	140	25.119
118	0	0	0	28.02	76.86	0.49	0	0	105.37	130	0.055
120	0	0	0	42.96	48.22	0.29	0	0	91.47	90	6.783

## Appendix 1. (continued)

Male: Quarter 3 (continued)

体長(cm)	コホート1	コホート2	コホート3	コホート4	コホート5	コホート6	コホート7	コホート8	計算値	データ	カイ2乗値
122	0	0	0	62.47	27.20	0	0	0	89.67	83	14.116
124	0	0	0	86.16	13.79	0	0	0	99.95	103	35.600
126	0	0	0.16	112.69	6.29	0	0	0	119.14	120	30.772
128	0	0	0.43	139.81	2.58	0	0	0	142.82	133	21.491
130	0	0	1.09	164.50	0.95	0	0	0	166.54	180	3.628
132	0	0	2.55	183.56	0.31	0	0	0	186.42	197	0.568
134	0	0	5.56	194.28	0.13	0	0	0	199.97	210	0.045
136	0	0	11.21	195.01	0	0	0	0	206.22	193	0.432
138	0	0	20.90	185.66	0	0	0	0	206.56	197	2.389
140	0	0	36.11	167.63	0	0	0	0	203.74	203	7.577
142	0	0	57.76	143.55	0	0	0	0	201.31	197	6.237
144	0	0	85.53	116.59	0	0	0	0	202.12	230	0.004
146	0	0	117.26	89.81	0	0	0	0	207.07	247	0.250
148	0	0	148.85	65.62	0	0	0	0	214.47	240	3.151
150	0	0	174.95	45.46	0	0	0	0	220.41	203	9.072
152	0	0.06	190.38	29.88	0	0	0	0	220.32	200	77.001
152	0	0.23	191.82	18.62	0	0	0	0	210.67	190	100.444
154	0	0.23	191.82	18.62	0	0	0	0	210.67	190	100.444
156	0	0.70	178.94	11.01	0	0	0	0	190.65	180	90.416
158	0	1.91	154.55	6.17	0	0	0	0	162.63	123	39.225
160	0	4.59	123.59	3.28	0	0	0	0	131.46	107	19.099
162	0	9.72	91.51	1.65	0	0	0	0	102.88	97	12.230
164	0.05	18.16	62.73	0.79	0	0	0	0	81.73	100	3.238
166	0.17	29.93	39.82	0.36	0	0	0	0	70.28	90	0.586
168	0.48	43.49	23.40	0.15	0	0	0	0	67.52	73	0.088
170	1.25	55.74	12.73	0.10	0	0	0	0	69.82	67	0.000
172	2.90	63.00	6.41	0	0	0	0	0	72.31	77	2.526
174	6.07	62.79	2.99	0	0	0	0	0	71.85	70	3.869
175	11.43	55.18	1.29	0	0	0	0	0	67.90	70	4.189
178	19.34	42.77	0.52	0	0	0	0	0	62.63	60	0.285
180	29.44	29.24	0.19	0	0	0	0	0	58.87	57	0.021
182	40.30	17.62	0.09	0	0	0	0	0	58.01	53	0.395
184	49.63	9.37	0	0	0	0	0	0	59.00	67	13.081
186	54.97	4.39	0	0	0	0	0	0	59.36	60	3.250
188	54.75	1.81	0	0	0	0	0	0	56.56	63	32.363
190	49.06	0.66	0	0	0	0	0	0	49.72	37	19.118
192	39.53	0.21	0	0	0	0	0	0	39.74	47	55.002
194	28.65	0.06	0	0	0	0	0	0	28.71	27	8.066
196	18.68	0.02	0	0	0	0	0	0	18.70	27	2.499
198	10.95	0	0	0	0	0	0	0	10.95	13	2.153
200	5.77	0	0	0	0	0	0	0	5.77	17	4.021
202	2.74	0	0	0	0	0	0	0	2.74	13	2.593
204	1.17	0	0	0	0	0	0	0	1.17	17	0.000
206	0.45	0	0	0	0	0	0	0	0.45	13	0.000
208	0.15	0	0	0	0	0	0	0	0.15	7	0.000
210	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0.000
合計	427.93	451.65	1743.3	2131.9	1314.9	3359.8	1761.7	902.94	12094	12422	876.272

## Appendix 1. (continued)

Male: Quarter 4

身長(cm)	コホート1	コホート2	コホート3	コホート4	コホート5	コホート6	コホート7	コホート8	計算値	データ	カイ2乗値
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0.000
32	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0.000
34	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0.000
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0.000
38	0	0	0	0	0	0	0	2.36	2.36	3	0.137
40	0	0	0	0	0	0	0	4.95	4.95	7	0.600
42	0	0	0	0	0	0	0	9.48	9.48	10	0.027
44	0	0	0	0	0	0	0	16.50	16.50	23	1.837
46	0	0	0	0	0	0	0	26.14	26.14	30	0.497
48	0	0	0	0	0	0	0	37.67	37.67	37	0.012
50	0	0	0	0	0	0	0	49.39	49.39	47	0.122
52	0	0	0	0	0	0	0	58.93	58.93	47	3.028
54	0	0	0	0	0	0	0	63.97	63.97	53	2.271
56	0	0	0	0	0	0	0.17	63.18	63.35	37	18.765
58	0	0	0	0	0	0	0.41	56.78	57.19	33	17.732
60	0	0	0	0	0	0	0.95	46.42	47.37	33	6.257
62	0	0	0	0	0	0	2.09	34.54	36.63	30	1.465
64	0	0	0	0	0	0	4.28	23.38	27.66	37	2.358
66	0	0	0	0	0	0	8.26	14.40	22.66	27	0.698
68	0	0	0	0	0	0	14.98	8.07	23.05	37	5.260
70	0	0	0	0	0	0	25.53	4.11	29.64	40	2.683
72	0	0	0	0	0	0	40.88	1.91	42.79	53	1.967
74	0	0	0	0	0	0	61.49	0.81	62.30	70	0.847
76	0	0	0	0	0	0	86.92	0.31	87.23	100	1.631
78	0	0	0	0	0	0.12	115.46	0.11	115.69	130	1.575
80	0	0	0	0	0	0.36	144.10	0.05	144.51	150	0.201
82	0	0	0	0	0	0.95	168.99	0	169.94	170	0.000
84	0	0	0	0	0	2.33	186.23	0	188.56	180	0.407
86	0	0	0	0	0	5.25	192.84	0	198.09	183	1.244
88	0	0	0	0	0	10.86	187.63	0	198.49	187	0.706
90	0	0	0	0	0	20.64	171.54	0	192.18	203	0.577
92	0	0	0	0	0	36.05	147.37	0	183.42	230	9.433
94	0	0	0	0	0	57.85	118.96	0	176.81	220	8.479
96	0	0	0	0	0	85.31	90.23	0	175.54	203	3.715
98	0	0	0	0	0	115.59	64.31	0	179.90	160	2.475
100	0	0	0	0	0	143.89	43.07	0	186.96	147	10.863
102	0	0	0	0	0	164.58	27.10	0	191.68	140	19.077
104	0	0	0	0	1.07	172.96	16.03	0	190.06	167	3.184
106	0	0	0	0	3.30	167.01	8.91	0	179.22	167	0.894
108	0	0	0	0	8.88	148.17	4.65	0	161.70	140	3.363
110	0	0	0	0	20.81	120.78	2.28	0	143.87	140	0.107
112	0	0	0	0	42.46	90.46	1.05	0	133.97	133	0.007
114	0	0	0	0	75.44	62.25	0.46	0	138.15	157	2.263
116	0	0	0	0.31	116.70	39.36	0.19	0	156.56	170	1.063
118	0	0	0	0.88	157.21	22.87	0.11	0	181.07	180	0.006
120	0	0	0	2.30	184.42	12.21	0	0	198.93	157	11.198

## Appendix 1. (continued)

Male: Quarter 4 (continued)

体長(cm)	コホート1	コホート2	コホート3	コホート4	コホート5	コホート6	コホート7	コホート8	計算値	データ	カイ2乗値
122	0	0	0	5.49	188.38	5.99	0	0	199.86	153	14.352
124	0	0	0	12.04	167.56	2.70	0	0	182.30	167	1.402
126	0	0	0	24.20	129.78	1.12	0	0	155.10	173	1.852
128	0	0	0	44.59	87.53	0.42	0	0	132.54	143	0.765
130	0	0	0	75.37	51.41	0.15	0	0	126.93	123	0.126
132	0	0	0	116.84	26.29	0.07	0	0	143.20	153	0.628
134	0	0	0	166.10	11.71	0	0	0	177.81	173	0.134
136	0	0	0.34	216.56	4.54	0	0	0	221.44	203	1.675
138	0	0	1.11	258.94	1.53	0	0	0	261.58	130	133.179
140	0	0	3.17	283.96	0.45	0	0	0	287.58	247	6.667
142	0	0	7.98	285.59	0.15	0	0	0	293.72	270	2.084
144	0	0	17.76	263.42	0	0	0	0	281.18	273	0.245
146	0	0	34.94	222.83	0	0	0	0	257.77	267	0.319
148	0	0	60.71	172.87	0	0	0	0	233.58	233	0.001
150	0	0	93.22	123.00	0	0	0	0	216.22	220	0.065
152	0	0	126.49	80.26	0	0	0	0	206.75	210	0.050
154	0	0.14	151.66	48.03	0	0	0	0	199.83	220	1.849
156	0	0.54	160.67	26.36	0	0	0	0	187.57	180	0.318
158	0	1.76	150.41	13.27	0	0	0	0	165.44	160	0.185
160	0	4.97	124.42	6.12	0	0	0	0	135.51	103	10.261
162	0	12.13	90.94	2.59	0	0	0	0	105.66	110	0.171
164	0	25.58	58.74	1.01	0	0	0	0	85.33	97	1.404
166	0	46.58	33.52	0.36	0	0	0	0	80.46	97	2.820
168	0	73.24	16.91	0.16	0	0	0	0	90.31	80	1.329
170	0	99.48	7.53	0	0	0	0	0	107.01	83	6.946
172	0	116.69	2.97	0	0	0	0	0	119.66	113	0.393
174	0	118.23	1.03	0	0	0	0	0	119.26	113	0.347
176	0	103.47	0.32	0	0	0	0	0	103.79	103	0.006
178	0	78.20	0.11	0	0	0	0	0	78.31	67	1.909
180	0.23	51.05	0	0	0	0	0	0	51.28	53	0.056
182	1.81	28.78	0	0	0	0	0	0	30.59	30	0.012
184	8.32	14.02	0	0	0	0	0	0	22.34	27	0.804
186	22.93	5.90	0	0	0	0	0	0	28.83	30	0.046
188	37.79	2.14	0	0	0	0	0	0	39.93	40	0.000
190	37.27	0.67	0	0	0	0	0	0	37.94	40	0.106
192	22.00	0.18	0	0	0	0	0	0	22.18	20	0.238
194	7.77	0.05	0	0	0	0	0	0	7.82	10	0.475
196	1.64	0	0	0	0	0	0	0	1.64	10	6.989
198	0.21	0	0	0	0	0	0	0	0.21	10	9.584
200	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0.02	10	9.960
202	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	7	7.000
204	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	7	7.000
206	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	10	10.000
208	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	10	10.000
210	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	10	10.000
212	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0.000
214	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0.000
216	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0.000
218	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0.000
220	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0.000
222	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0.000
合計	139.99	783.8	1144.9	2453.4	1279.6	1490.3	1937.4	523.46	9753.0	9456	412.783



**Appendix 2. (continued)**

CPUE (No. / 1000 tan)

Quarter 1																				
	140E	145E	150E	155E	160E	165E	170E	175E	175W	170W	165W	160W	155W	150W	145W	140W	135W	130W	125W	120W
45N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35N-	2.12	17.39	-	147.81	-	-	-	-	-	-	-	39.81	0	-	-	-	-	8.12	-	-
30N-	-	-	-	12.23	53.14	32.43	10.87	13.47	-	-	-	7.40	9.67	3.53	0	2.60	5.15	-	-	-
25N-	-	2.77	4.82	0	2.39	0	5.94	4.97	-	-	1.25	7.00	1.21	-	0	-	-	-	-	-
20N-	-	-	0.81	1.34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Quarter 2																				
	140E	145E	150E	155E	160E	165E	170E	175E	175W	170W	165W	160W	155W	150W	145W	140W	135W	130W	125W	120W
45N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-
40N-	-	-	0	19.73	419.80	110.07	1.04	0	-	-	-	-	56.94	-	82.75	67.04	10.14	101.94	-	-
35N-	6.02	72.47	63.42	268.05	483.60	503.19	36.74	0	-	91.25	191.82	178.96	553.01	77.12	48.60	58.94	-	10.19	204.61	-
30N-	-	57.04	47.96	62.18	28.79	-	42.64	-	6.91	-	34.52	16.34	18.66	18.85	8.46	-	1.13	2.51	3.96	-
25N-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	3.36	-	-	-	-	0	-
20N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Quarter 3																				
	140E	145E	150E	155E	160E	165E	170E	175E	175W	170W	165W	160W	155W	150W	145W	140W	135W	130W	125W	120W
45N-	-	-	-	2.41	29.76	138.70	18.00	43.82	111.01	6.30	34.76	27.95	2.53	0	-	-	-	-	-	-
40N-	-	-	33.27	156.22	298.33	353.32	343.69	186.22	96.26	98.81	127.25	305.82	184.97	-	-	-	-	-	-	-
35N-	-	-	95.77	98.06	-	-	60.77	19.28	244.03	50.75	468.67	220.21	0	96.31	-	-	-	-	-	-
30N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Quarter 4																				
	140E	145E	150E	155E	160E	165E	170E	175E	175W	170W	165W	160W	155W	150W	145W	140W	135W	130W	125W	120W
45N-	-	-	-	-	182.76	89.59	0.75	-	-	-	12.35	37.90	-	-	-	-	-	34.81	-	-
40N-	-	0	55.98	45.00	39.28	62.51	73.09	324.76	428.13	133.84	134.06	115.65	-	-	116.23	-	294.52	-	212.25	-
35N-	-	53.16	105.07	46.13	69.66	166.09	206.28	58.24	98.31	169.75	81.73	-	73.78	123.86	-	-	2.42	192.67	395.78	-
30N-	-	-	-	-	0	20.76	24.08	27.72	12.41	16.14	4.95	10.49	2.32	1.40	-	-	2.42	1.20	289.58	-
25N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.27	-	0	-	-	-	-	-	0	0
20N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-





**Appendix 3.** Blue shark catch in numbers, number of hooks and CPUE (catch / 1000 hooks) by shark longline research vessels quarter and 5° x 5° area.

Catch in number

Quarter 1																						
	130E	135E	140E	145E	150E	155E	160E	165E	170E	175E	-175W	-170W	-165W	-160W	-155W	-150W	-145W	-140W	-135W	-130W	-125W	-120W
55N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40N-	-	-	75	43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35N-	-	-	689	443	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30N-	-	279	140	193	44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25N-	-	-	89	160	-	-	-	-	56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	59	264	81	63	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Quarter 2																						
	130E	135E	140E	145E	150E	155E	160E	165E	170E	175E	-175W	-170W	-165W	-160W	-155W	-150W	-145W	-140W	-135W	-130W	-125W	-120W
55N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40N-	-	-	260	275	718	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35N-	-	-	206	180	315	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30N-	-	43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25N-	-	-	-	60	-	-	69	35	260	760	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Quarter 3																						
	130E	135E	140E	145E	150E	155E	160E	165E	170E	175E	-175W	-170W	-165W	-160W	-155W	-150W	-145W	-140W	-135W	-130W	-125W	-120W
55N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	72	-	-	-	-
50N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	81	28	57	-	-	-
45N-	-	-	-	-	-	0	6	20	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	51	380	62	-
40N-	-	-	720	79	1,542	1,415	181	101	80	205	-	5	1	35	47	37	-	-	-	-	-	-
35N-	-	-	-	79	95	-	-	-	178	-	-	-	75	400	-	-	-	-	-	-	-	-
30N-	-	-	-	-	-	-	-	-	74	243	-	-	130	143	-	-	-	-	-	-	-	-
45N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Quarter 4																						
	130E	135E	140E	145E	150E	155E	160E	165E	170E	175E	-175W	-170W	-165W	-160W	-155W	-150W	-145W	-140W	-135W	-130W	-125W	-120W
55N-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50N-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45N-	-	-	-	-	-	-	119	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40N-	-	-	299	213	465	309	278	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35N-	-	-	37	329	23	556	476	335	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30N-	-	-	-	-	-	213	403	457	412	1,085	211	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Appendix 3. (continued)

CPUE (No. / 1000 hooks)

Quarter 1		130 E	135 E	140 E	145 E	150 E	155 E	160 E	165 E	170 E	175 E	-175W	-170W	-165W	-160W	-155W	-150W	-145W	-140W	-135W	-130W	-125W	-120W
55N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40N	-	-	6.25	9.87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35N	-	-	37.84	39.39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30N	-	28.79	31.22	42.91	18.11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25N	-	-	12.19	11.98	-	-	-	-	-	12.85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37.80	24.79	10.56	15.36	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Quarter 2		130 E	135 E	140 E	145 E	150 E	155 E	160 E	165 E	170 E	175 E	-175W	-170W	-165W	-160W	-155W	-150W	-145W	-140W	-135W	-130W	-125W	-120W
55N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40N	-	-	18.888	9.3442	10.677	21.331	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35N	-	-	11.319	13.274	114.96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30N	-	88.69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25N	-	-	-	-	-	-	13.200	26.315	30.54	22.278	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Quarter 3		130 E	135 E	140 E	145 E	150 E	155 E	160 E	165 E	170 E	175 E	-175W	-170W	-165W	-160W	-155W	-150W	-145W	-140W	-135W	-130W	-125W	-120W
55N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.99	17.18	-	-	-	-
50N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.00	-	8.00	4.28	-	-	-	-
45N	-	-	-	-	-	-	0	3.33	2.78	0.52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17.02	46.45	47.77	-
40N	-	-	42.39	5.83	33.10	27.63	14.42	7.65	8.89	56.94	-	1.14	0.80	23.65	10.40	12.31	-	-	-	-	-	-	-
35N	-	-	-	21.94	83.63	-	-	-	-	71.06	-	-	-	50.64	53.35	-	-	-	-	-	-	-	-
30N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	59.20	81.24	-	-	43.62	23.99	-	-	-	-	-	-	-	-
25N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Quarter 4		130 E	135 E	140 E	145 E	150 E	155 E	160 E	165 E	170 E	175 E	-175W	-170W	-165W	-160W	-155W	-150W	-145W	-140W	-135W	-130W	-125W	-120W
55N	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50N	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45N	-	-	-	-	-	-	13.22	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40N	-	-	18.15	26.84	23.45	18.71	44.31	5.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35N	-	-	17.27	6.96	12.78	73.57	58.08	38.64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30N	-	-	-	-	-	42.56	22.13	57.45	41.32	37.00	46.99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Appendix 4. (continued)

Number of hooks

Quarter 1																				
	130E-	135E-	140E-	145E-	150E-	155E-	160E-	165E-	170E-	175E-	-175W	-170W	-165W	-160W	-155W	-150W	-145W	-140W	-135W	-130W
25N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	900	2,700	900	-	-	-	-	-
10N-	-	-	11,520	6,552	1,638	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5N-	3,350	13,400	26,371	14,121	6,552	1,850	5,550	-	1,800	-	2,040	3,950	7,000	8,600	-	-	-	-	-	-
0N-	-	2,125	-	1,638	3,288	24,410	22,040	33,130	32,325	-	6,270	7,960	-	-	-	40,985	24,775	36,670	25,510	-
0S-	-	-	-	17,148	-	-	8,500	2,000	-	-	-	-	-	-	-	30,840	12,875	5,885	6,395	-
5S-	-	-	-	16,488	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,550	26,205	28,550	24,200	13,155
10S-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,200
15S-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Quarter 2																				
	130E-	135E-	140E-	145E-	150E-	155E-	160E-	165E-	170E-	175E-	-175W	-170W	-165W	-160W	-155W	-150W	-145W	-140W	-135W	-130W
25N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,100	2,000	-	-	-	-	-	-
15N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,005	-	-	-	-	-
10N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26,520	12,750	2,100	5,500	-	-	-	-
5N-	-	-	18,370	-	1,600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0N-	-	5,010	-	-	1,500	3,100	-	-	-	-	1,870	-	2,040	14,720	100,595	62,692	34,306	-	-	-
0S-	-	-	-	-	13,794	19,626	-	-	-	-	37,770	13,330	-	62,925	123,000	29,020	6,532	-	-	-
5S-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,600	39,000	7,900	-	29,695	32,945	4,300	-	-	-	6,360
10S-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,000	-	-	-	-	-	-	-	-
15S-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Quarter 3																				
	130E-	135E-	140E-	145E-	150E-	155E-	160E-	165E-	170E-	175E-	-175W	-170W	-165W	-160W	-155W	-150W	-145W	-140W	-135W	-130W
25N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5N-	-	-	3,420	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,975	-	-	-	-	-
0N-	-	-	-	6,960	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,326	39,125	21,150	11,100	-	-
0S-	-	-	-	3,740	17,160	56,858	31,090	10,200	-	-	-	15,550	13,650	47,255	100,646	19,592	2,220	-	-	-
5S-	-	-	-	13,150	43,540	3,840	13,600	3,400	-	-	-	12,000	-	-	4,411	-	-	-	-	-
10S-	-	-	-	47,900	100,350	18,800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15S-	-	-	-	5,890	33,150	24,666	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Quarter 4																				
	130E-	135E-	140E-	145E-	150E-	155E-	160E-	165E-	170E-	175E-	-175W	-170W	-165W	-160W	-155W	-150W	-145W	-140W	-135W	-130W
25N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,000	44,000	-	-	-	-
10N-	8,000	-	-	-	-	-	1,200	8,800	-	11,800	2,000	18,000	14,000	-	-	-	-	-	-	-
5N-	23,250	3,338	-	5,055	1,685	-	9,000	1,500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0N-	14,910	11,795	41,494	11,550	26,705	58,326	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0S-	-	-	-	9,150	34,330	9,800	35,100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5S-	-	-	-	12,500	22,030	7,300	6,110	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10S-	-	-	-	1,878	16,206	3,804	28,285	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15S-	-	-	-	25,960	34,240	12,430	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



**Appendix 5.** Blue shark catch in numbers, number of hooks and CPUE (catch /1000 hooks) by 5°x 5° area for shark and tuna longline research vessels.

Catch in number

	130 E-	135 E-	140 E-	145 E-	150 E-	155 E-	160 E-	165 E-	170 E-	175 E-	-175W	-170W	-165W	-160W	-155W	-150W	-145W	-140W	-135W	-130W	-125W
55N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	72	-	-	-
50N-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	3	-	81	28	57	-	-
45N-	-	-	-	-	-	-	119	6	20	2	-	-	-	-	-	-	-	-	51	380	62
40N-	-	-	1,354	610	2,725	1,749	459	129	80	205	-	5	1	35	47	37	-	-	-	-	-
35N-	-	-	932	1,031	433	558	476	335	178	-	-	-	75	400	-	-	-	-	-	-	-
30N-	-	322	140	193	44	213	403	457	486	1,328	211	-	130	143	-	-	-	-	-	-	-
25N-	-	-	89	220	-	-	69	35	316	760	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	59	264	81	83	6	-	-	-	-	-	-	-
15N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32	133	63	62	277	-	-	-	-	-	-	-
10N-	40	-	28	38	3	-	3	64	-	121	29	208	198	92	14	22	-	-	-	-	-
5N-	79	54	202	43	30	19	39	1	5	55	210	52	83	482	482	170	40	-	-	-	-
0N-	22	70	122	38	82	106	102	112	140	-	55	58	8	177	288	54	8	1	-	-	-
0S-	-	-	2	48	30	30	59	11	-	16	243	76	-	18	54	54	27	30	21	-	-
5S-	-	-	-	32	37	18	19	0	-	-	-	17	-	-	-	-	-	7	-	-	-
10S-	-	-	-	18	27	13	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15S-	-	-	-	8	26	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Number of hooks

	130 E-	135 E-	140 E-	145 E-	150 E-	155 E-	160 E-	165 E-	170 E-	175 E-	-175W	-170W	-165W	-160W	-155W	-150W	-145W	-140W	-135W	-130W	-125W
55N-	-	-	-	-	-	-	-	3,000	-	-	-	-	-	-	1,502	-	10,125	6,538	6,018	-	-
50N-	-	-	-	-	-	-	10,500	4,800	7,200	3,840	-	-	-	-	-	-	-	-	2,998	8,180	1,298
45N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40N-	-	-	59,225	55,264	133,664	68,897	18,822	18,300	9,000	3,600	-	4,387	1,248	1,480	4,520	3,008	-	-	-	-	-
35N-	-	-	38,549	75,673	5,676	7,557	8,195	8,670	2,505	-	-	-	1,481	7,497	-	-	-	-	-	-	-
30N-	-	10,187	4,485	4,498	2,429	5,005	18,208	7,955	11,222	32,314	4,490	-	2,980	5,981	-	-	-	-	-	-	-
25N-	-	-	7,302	16,213	-	-	5,227	1,330	12,871	34,114	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,681	10,851	7,671	8,202	2,000	-	-	-	-	-	-	-
15N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,607	13,741	5,847	12,000	54,005	-	-	-	-	-	-	-
10N-	8,000	-	11,520	6,552	1,638	-	1,200	8,800	-	11,800	4,040	20,150	44,820	21,350	4,075	5,500	-	-	-	-	-
5N-	26,600	16,738	48,161	19,176	9,837	1,050	14,550	1,500	1,800	-	38,420	70,250	28,110	25,770	153,906	126,592	92,120	36,610	-	-	-
0N-	14,910	18,930	41,494	20,148	49,978	54,215	80,366	33,130	32,325	-	44,040	40,490	13,650	110,180	254,486	61,487	14,637	6,395	-	-	-
0S-	-	-	22,450	30,038	85,284	86,284	74,690	12,200	-	7,600	39,900	19,900	-	29,695	45,906	30,505	28,550	30,560	13,155	-	-
5S-	-	-	-	42,138	85,570	11,140	19,710	3,400	-	-	-	2,000	-	-	-	-	-	2,200	-	-	-
10S-	-	-	-	49,778	118,558	22,604	28,285	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15S-	-	-	-	31,850	67,390	37,096	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

CPUE (No. / 1000 hooks)

	130 E-	135 E-	140 E-	145 E-	150 E-	155 E-	160 E-	165 E-	170 E-	175 E-	-175W	-170W	-165W	-160W	-155W	-150W	-145W	-140W	-135W	-130W	-125W
55N-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	3.99	17.18	-	-	-
50N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.00	-	8.00	4.28	9.47	-	-
45N-	-	-	-	-	-	-	11.33	1.25	2.78	0.52	-	-	-	-	-	-	-	-	17.02	46.45	47.77
40N-	-	-	22.86	11.04	20.39	25.39	24.39	7.05	8.89	56.94	-	1.14	0.80	23.65	10.40	12.31	-	-	-	-	-
35N-	-	-	24.18	13.62	76.29	73.57	58.08	38.64	71.06	-	-	-	50.64	53.35	-	-	-	-	-	-	-
30N-	-	31.61	31.22	42.91	18.11	42.56	22.13	57.45	43.31	41.10	46.99	-	43.62	23.99	-	-	-	-	-	-	-
25N-	-	-	12.19	13.57	-	-	13.20	26.32	24.55	22.28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37.80	24.79	10.56	10.12	3.00	-	-	-	-	-	-	-
15N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.95	9.08	10.77	5.17	5.13	-	-	-	-	-	-	-
10N-	5.00	-	2.43	5.80	1.83	-	2.50	7.27	-	10.25	7.18	10.32	4.42	4.31	3.44	4.00	-	-	-	-	-
5N-	2.97	3.23	4.19	2.24	3.05	11.52	2.68	0.67	2.78	-	1.43	2.99	1.85	3.22	3.13	3.65	1.85	1.09	-	-	-
0N-	1.48	3.70	2.94	1.89	1.64	1.96	1.27	3.38	4.33	-	1.25	1.38	0.59	1.61	1.13	0.88	0.55	0.16	-	-	-
0S-	-	-	0.09	1.60	0.46	0.35	0.79	0.90	-	2.11	6.23	3.82	-	0.61	1.18	1.77	0.95	1.18	1.60	-	-
5S-	-	-	-	0.76	0.56	1.62	0.96	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.18	-	-	-
10S-	-	-	-	0.36	0.23	0.56	0.21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15S-	-	-	-	0.25	0.39	0.81	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

**Appendix 6.** The number of nets (*tan*) and hooks by 5°x 5° area for salmonid survey and large mesh driftnet research vessels and for shark and tuna longline research vessels respectively.

Number of nets

	140 E-	145 E-	150 E-	155 E-	160 E-	165 E-	170 E-	175 E-	-175W	-170W	-165W	-160W	-155W	-150W	-145W	-140W	-135W	-130W	-125W	-120W
45N-	-	-	-	-	7,334	7,613	16,924	9,682	9,107	2,540	3,911	2,185	-	-	-	-	627	2,179	-	-
40N-	-	-	4,589	9,223	15,484	37,645	24,871	29,556	32,576	27,156	21,182	21,604	5,464	-	6,851	6,951	4,436	10,575	2,596	-
35N-	1,136	7,803	19,261	20,036	13,342	13,656	16,636	3,039	7,112	9,265	7,437	21,495	4,396	18,084	7,696	2,562	825	5,681	8,574	-
30N-	-	824	6,255	4,314	3,415	5,035	21,113	10,201	5,943	5,575	5,267	27,919	11,351	4,930	5,142	768	3,370	8,791	8,595	-
25N-	-	4,327	1,452	748	2,934	1,807	6,955	2,213	-	-	2,557	11,579	2,504	893	2,908	-	-	-	2,610	843
20N-	-	-	3,690	746	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Number of hooks

	130 E-	135 E-	140 E-	145 E-	150 E-	155 E-	160 E-	165 E-	170 E-	175 E-	-175W	-170W	-165W	-160W	-155W	-150W	-145W	-140W	-135W	-130W	-125W
55N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,502	4,190	-	-	-
50N-	-	-	-	-	-	-	-	3,000	-	-	-	-	-	-	1,502	-	10,125	6,538	6,018	-	-
45N-	-	-	-	-	-	-	10,500	4,800	7,200	3,840	-	-	-	-	-	-	-	-	2,996	8,180	1,298
40N-	-	-	59,225	55,264	133,664	68,897	18,822	18,300	9,000	3,600	-	4,387	1,246	1,480	4,520	3,006	-	-	-	-	-
35N-	-	-	38,549	75,673	5,676	7,557	8,195	8,670	2,505	-	-	-	1,481	7,497	-	-	-	-	-	-	-
30N-	-	10,187	4,485	4,498	2,429	5,005	18,208	7,955	11,222	32,314	4,490	-	2,980	5,961	-	-	-	-	-	-	-
25N-	-	-	7,302	16,213	-	-	5,227	1,330	12,871	34,114	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,561	10,651	7,671	8,202	2,000	-	-	-	-	-	-	-
15N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,607	13,741	5,847	12,000	54,005	-	-	-	-	-	-
10N-	8,000	-	11,520	6,552	1,638	-	1,200	8,800	-	11,800	4,040	20,150	44,820	21,350	4,075	5,500	-	-	-	-	-
5N-	26,600	16,738	48,161	19,176	9,837	1,650	14,550	1,500	1,800	-	38,420	70,250	28,110	25,770	153,906	126,592	92,126	36,610	-	-	-
0N-	14,910	18,930	41,494	20,148	49,978	54,215	80,366	33,130	32,325	-	44,040	40,490	13,650	110,180	254,486	61,487	14,637	6,395	-	-	-
0S-	-	-	22,450	30,038	65,284	86,284	74,690	12,200	-	7,600	39,000	19,900	-	29,695	45,906	30,505	28,550	30,560	13,155	-	-
5S-	-	-	-	42,138	65,570	11,140	19,710	3,400	-	-	-	2,000	-	-	-	-	-	2,200	-	-	-



**Appendix 7.** Blue shark catch in numbers and CPUE (catch /1000 *tan*) by sex, length class and 5°x 5° area for salmonid survey and large mesh driftnet research vessels.

Catch in number

Female less than 50cm BL																					
	140 E -	145 E -	150 E -	155 E -	160 E -	165 E -	170 E -	175 E -	-175W	-170W	-165W	-160W	-155W	-150W	-145W	-140W	-135W	-130W	-125W	-120W	
45N-	9999	9999	9999	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	9999	9999	0	0	9999	9999	
40N-	9999	0	1	3	0	3	15	10	7	0	0	0	5	9999	0	0	0	0	2	9999	
35N-	0	0	4	8	0	0	0	0	0	1	3	0	1	0	0	0	0	0	0	9999	
30N-	9999	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9999	
25N-	9999	0	0	0	0	0	0	0	9999	9999	0	0	0	0	0	9999	9999	9999	0	0	
20N-	9999	9999	0	0	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	
Female 50~100cm																					
	140 E -	145 E -	150 E -	155 E -	160 E -	165 E -	170 E -	175 E -	-175W	-170W	-165W	-160W	-155W	-150W	-145W	-140W	-135W	-130W	-125W	-120W	
45N-	9999	9999	9999	0	0	0	16	57	42	0	0	0	0	0	9999	9999	0	2	9999	9999	
40N-	9999	0	15	75	19	121	95	43	46	34	37	0	27	9999	3	23	11	0	37	9999	
35N-	0	8	18	133	28	1	35	0	0	8	58	90	9	24	4	13	0	12	64	9999	
30N-	9999	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	9999	
25N-	9999	0	0	0	0	0	0	0	9999	9999	0	0	0	0	0	9999	9999	9999	0	0	
20N-	9999	9999	0	0	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	
Female 100~150cm																					
	140 E -	145 E -	150 E -	155 E -	160 E -	165 E -	170 E -	175 E -	-175W	-170W	-165W	-160W	-155W	-150W	-145W	-140W	-135W	-130W	-125W	-120W	
45N-	9999	9999	9999	1	46	25	22	61	6	0	0	0	1	0	9999	9999	0	17	9999	9999	
40N-	9999	1	23	88	67	104	51	2	12	21	13	0	4	9999	13	25	17	0	5	9999	
35N-	1	9	17	50	25	3	105	0	0	8	12	22	14	10	0	2	0	26	31	9999	
30N-	9999	0	0	3	0	0	4	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	15	9999	
25N-	9999	1	0	0	0	0	0	0	9999	9999	0	4	0	0	0	9999	9999	9999	0	0	
20N-	9999	9999	0	0	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	
Female larger than 150cm BL																					
	140 E -	145 E -	150 E -	155 E -	160 E -	165 E -	170 E -	175 E -	-175W	-170W	-165W	-160W	-155W	-150W	-145W	-140W	-135W	-130W	-125W	-120W	
45N-	9999	9999	9999	0	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	9999	9999	0	1	9999	9999	
40N-	9999	0	0	2	1	3	4	0	2	1	0	0	0	9999	1	0	0	0	0	9999	
35N-	1	5	7	2	0	0	3	0	0	3	2	2	0	4	1	1	0	3	1	9999	
30N-	9999	2	3	0	0	0	2	5	0	0	7	9	0	0	0	0	0	0	1	9999	
25N-	9999	0	0	0	0	0	3	1	9999	9999	1	39	0	0	0	9999	9999	9999	0	0	
20N-	9999	9999	1	0	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	

北太平洋に分布するヨシキリサメの年齢と繁殖



Appendix 7. (continued)

CPUE (No. / 1000 tan)

Female less than 50cm BL

	140 E-	145 E-	150 E-	155 E-	160 E-	165 E-	170 E-	175 E-	-175W	-170W	-165W	-160W	-155W	-150W	-145W	-140W	-135W	-130W	-125W	-120W
45N-	-	-	-	-	0	0	0	0	0.329	0	0	0	-	-	-	-	0	0	-	-
40N-	-	-	0.871	0.216	0	0.185	0.603	0.135	0.276	0	0.188	0	0.549	-	0	0	0	0	0	-
35N-	0	0	0.207	0.648	0	0	0	0	0	0	0.134	0.093	0.454	0.221	0	0	0	0	0	-
30N-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
25N-	-	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0	0	0	0	-	-	-	0	0
20N-	-	-	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Female 50~100cm

	140 E-	145 E-	150 E-	155 E-	160 E-	165 E-	170 E-	175 E-	-175W	-170W	-165W	-160W	-155W	-150W	-145W	-140W	-135W	-130W	-125W	-120W
45N-	-	-	-	-	0	0	0	1.549	9.553	0	0	0	-	-	-	-	0	0	-	-
40N-	-	-	3.704	2.060	0.387	2.257	5.830	1.894	3.008	1.141	1.888	0	6.222	-	0.291	3.165	1.352	0	4.237	-
35N-	0	1.025	1.505	4.092	1.049	0.951	0.841	0	0	3.561	13.17	7.117	1.592	5.087	2.338	0.780	0	0.352	2.682	-
30N-	-	0	0.319	0.927	0	0	0.094	0	0.168	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.443	-
25N-	-	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0	0	0	0	-	-	-	0	0
20N-	-	-	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Female 100~150cm

	140 E-	145 E-	150 E-	155 E-	160 E-	165 E-	170 E-	175 E-	-175W	-170W	-165W	-160W	-155W	-150W	-145W	-140W	-135W	-130W	-125W	-120W
45N-	-	-	-	-	0	0	0.059	0.619	0.549	0	0	0	-	-	-	-	0	0	-	-
40N-	-	-	1.743	1.301	0.452	0.452	1.889	0.169	3.990	3.387	0.283	0	0.366	-	2.335	2.733	0.676	0	1.926	-
35N-	0	9.099	4.049	2.245	2.173	3.368	7.754	0.329	6.608	3.561	4.168	3.349	1.364	3.317	3.378	0.780	1.212	2.464	2.216	-
30N-	-	19.41	3.996	0.463	0	3.177	2.320	0.098	0.504	0	7.974	0.608	0.440	0	0	0	0.593	0	2.443	-
25N-	-	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0.172	0	0	0	-	-	-	0	0
20N-	-	-	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Female larger than 150cm BL

	140 E-	145 E-	150 E-	155 E-	160 E-	165 E-	170 E-	175 E-	-175W	-170W	-165W	-160W	-155W	-150W	-145W	-140W	-135W	-130W	-125W	-120W
45N-	-	-	-	-	0	0	0.059	0.103	0.549	0	0	0	-	-	-	-	0	0	-	-
40N-	-	-	0	0.758	0.064	0.132	1.005	0.033	1.473	1.288	0	0	0	-	1.167	0.143	0	0	0	-
35N-	0.880	1.794	1.297	0.598	0.449	0.512	2.103	0	7.592	2.266	0.537	0.372	0.227	1.271	0.259	0	1.212	0.176	0.116	-
30N-	-	2.427	1.918	0	0	1.588	1.657	2.548	0	0	5.126	1.074	2.290	0	0	3.906	1.186	0.113	0.930	-
25N-	-	2.542	4.820	0	1.022	0	4.744	0	-	-	0	3.022	0	0	0	-	-	-	0	0
20N-	-	-	0.542	1.340	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



**Appendix 8.** Blue shark catch in numbers and CPUE (catch /1000 hooks) by sex, length class and 5°x 5° area for shark and tuna longline research vessels.

Catch in number

Female less than 100cm BL

	130 E -	135 E -	140 E -	145 E -	150 E -	155 E -	160 E -	165 E -	170 E -	175 E -	-175W	-170W	-165W	-160W	-155W	-150W	-145W	-140W	-135W	-130W	-125W
55N-	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	0	0	9999	9999	9999
50N-	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	0	9999	0	0	1	9999	9999
45N-	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9	0	1	0	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	6	66	8
40N-	9999	9999	12	5	576	386	113	23	13	63	9999	1	0	4	9	22	9999	9999	9999	9999	9999
35N-	9999	9999	9	11	58	14	74	0	0	9999	9999	9999	0	9	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999
30N-	9999	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9999	0	0	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999
25N-	9999	9999	0	0	9999	9999	0	0	0	0	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999
20N-	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	0	0	0	0	0	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999
15N-	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	0	0	0	0	0	9999	9999	9999	9999	9999	9999
10N-	0	9999	0	0	0	9999	0	0	9999	0	0	0	0	0	0	0	9999	9999	9999	9999	9999
5N-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9999	0	0	0	0	0	1	0	0	9999	9999	9999
0N-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9999	0	0	0	0	0	0	0	0	9999	9999	9999
0S-	9999	9999	0	0	0	0	1	0	9999	0	0	0	9999	0	0	0	0	0	0	9999	9999
5S-	9999	9999	9999	0	0	0	0	0	9999	9999	9999	0	9999	9999	9999	9999	9999	0	9999	9999	9999

Female 100~150cm

	130 E -	135 E -	140 E -	145 E -	150 E -	155 E -	160 E -	165 E -	170 E -	175 E -	-175W	-170W	-165W	-160W	-155W	-150W	-145W	-140W	-135W	-130W	-125W
55N-	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	6	66	9999	9999	9999
50N-	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	3	9999	76	23	53	9999	9999
45N-	9999	9999	9999	9999	9999	9999	98	4	16	2	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	39	277	47
40N-	9999	9999	520	402	1258	1017	257	49	43	87	9999	3	1	28	29	5	9999	9999	9999	9999	9999
35N-	9999	9999	707	782	33	125	187	0	0	9999	9999	9999	2	10	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999
30N-	9999	46	19	23	4	3	7	0	2	1	0	9999	1	0	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999
25N-	9999	9999	6	14	9999	9999	6	2	5	19	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999
20N-	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	2	6	2	4	2	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999
15N-	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	3	6	2	2	30	9999	9999	9999	9999	9999	9999
10N-	2	9999	1	1	0	9999	0	1	9999	19	3	19	18	5	2	1	9999	9999	9999	9999	9999
5N-	0	1	3	2	4	0	0	1	0	9999	8	11	4	0	28	60	15	3	9999	9999	9999
0N-	0	2	3	2	8	4	3	6	3	9999	1	0	0	21	45	9	1	0	9999	9999	9999
0S-	9999	9999	0	0	1	1	0	2	9999	1	11	3	9999	4	4	1	2	2	0	9999	9999
5S-	9999	9999	9999	0	1	0	0	0	9999	9999	9999	0	9999	9999	9999	9999	9999	0	9999	9999	9999

## Appendix 8. (continued)

## Female 150~200cm

	130 E-	135 E-	140 E-	145 E-	150 E-	155 E-	160 E-	165 E-	170 E-	175 E-	-175W	-170W	-165W	-160W	-155W	-150W	-145W	-140W	-135W	-130W	-125W
55N-	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	0	6	9999	9999	9999
50N-	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	0	9999	5	3	1	9999	9999
45N-	9999	9999	9999	9999	9999	9999	8	1	3	0	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	5	18	4
40N-	9999	9999	63	73	97	43	3	3	1	1	9999	0	0	2	4	0	9999	9999	9999	9999	9999
35N-	9999	9999	89	76	8	2	5	1	0	9999	9999	9999	0	2	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999
30N-	9999	140	47	29	6	6	46	6	1	3	2	9999	0	0	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999
25N-	9999	9999	25	52	9999	9999	10	4	32	68	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999
20N-	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	0	11	7	9	1	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999
15N-	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	5	21	9	20	113	9999	9999	9999	9999	9999	9999
10N-	19	9999	2	3	0	9999	2	1	9999	34	11	63	63	16	7	3	9999	9999	9999	9999	9999
5N-	10	3	5	1	4	0	1	0	0	9999	4	35	3	3	73	117	27	9	9999	9999	9999
0N-	0	2	7	2	6	8	7	10	7	9999	1	9	2	32	66	12	1	0	9999	9999	9999
0S-	9999	9999	0	3	0	0	2	0	9999	4	47	19	9999	4	10	25	10	16	2	9999	9999
5S-	9999	9999	9999	1	3	1	1	0	9999	9999	9999	4	9999	9999	9999	9999	9999	3	9999	9999	9999

## Female larger than 200cm BL

	130 E-	135 E-	140 E-	145 E-	150 E-	155 E-	160 E-	165 E-	170 E-	175 E-	-175W	-170W	-165W	-160W	-155W	-150W	-145W	-140W	-135W	-130W	-125W
55N-	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	0	0	9999	9999	9999
50N-	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	0	9999	0	0	0	9999	9999
45N-	9999	9999	9999	9999	9999	9999	0	0	0	0	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	0	0	0
40N-	9999	9999	0	1	0	0	0	0	0	0	9999	0	0	0	0	0	9999	9999	9999	9999	9999
35N-	9999	9999	0	0	1	0	0	0	0	9999	9999	0	0	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999
30N-	9999	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9999	0	0	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999
25N-	9999	9999	0	0	9999	9999	0	0	1	0	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999
20N-	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	0	0	0	0	0	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999
15N-	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	0	0	0	0	0	9999	9999	9999	9999	9999	9999
10N-	1	9999	0	0	0	9999	0	0	9999	0	0	0	0	0	0	0	9999	9999	9999	9999	9999
5N-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9999	0	0	0	0	0	0	1	0	9999	9999	9999
0N-	0	0	0	0	1	0	0	0	0	9999	0	0	0	1	1	0	0	0	9999	9999	9999
0S-	9999	9999	0	0	0	0	0	0	9999	0	0	1	9999	0	0	0	0	0	0	9999	9999
5S-	9999	9999	9999	0	1	0	0	0	9999	9999	9999	0	9999	9999	9999	9999	9999	0	9999	9999	9999

Appendix 8. (continued)

Catch in number

Male less than 100cm BL																					
	130 E-	135 E-	140 E-	145 E-	150 E-	155 E-	160 E-	165 E-	170 E-	175 E-	-175W	-170W	-165W	-160W	-155W	-150W	-145W	-140W	-135W	-130W	-125W
55N-	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	0	0	9999	9999	9999
50N-	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	0	9999	0	0	1	9999	9999
45N-	9999	9999	9999	9999	9999	9999	0	0	0	0	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	0	12	2
40N-	9999	9999	32	2	289	189	43	28	6	20	9999	0	0	0	1	4	9999	9999	9999	9999	9999
35N-	9999	9999	3	12	119	18	46	0	0	9999	9999	9999	0	24	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999
30N-	9999	1	0	2	0	0	1	0	0	0	0	9999	0	0	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999
25N-	9999	9999	0	0	9999	9999	0	0	0	0	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999
20N-	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	0	0	0	0	0	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999
15N-	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	0	0	0	0	0	9999	9999	9999	9999	9999	9999
10N-	0	9999	0	0	0	9999	0	0	9999	0	0	0	0	0	0	0	9999	9999	9999	9999	9999
5N-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9999	0	0	0	0	0	1	0	0	9999	9999	9999
0N-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9999	0	0	0	0	0	0	0	0	9999	9999	9999
0S-	9999	9999	0	0	1	0	0	0	9999	0	0	0	9999	0	0	0	0	0	0	9999	9999
5S-	9999	9999	9999	0	0	0	1	0	9999	9999	9999	0	9999	9999	9999	9999	9999	0	9999	9999	9999
Male 100~150cm																					
	130 E-	135 E-	140 E-	145 E-	150 E-	155 E-	160 E-	165 E-	170 E-	175 E-	-175W	-170W	-165W	-160W	-155W	-150W	-145W	-140W	-135W	-130W	-125W
55N-	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	0	0	9999	9999	9999
50N-	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	0	9999	0	0	1	9999	9999
45N-	9999	9999	9999	9999	9999	9999	2	1	0	0	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	1	6	1
40N-	9999	9999	334	56	276	79	33	20	13	23	9999	0	0	0	2	0	9999	9999	9999	9999	9999
35N-	9999	9999	69	101	194	340	122	115	39	9999	9999	2	132	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999
30N-	9999	75	26	107	12	21	78	58	68	60	51	9999	3	3	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999
25N-	9999	9999	9	8	9999	9999	0	1	8	17	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999
20N-	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	2	3	1	5	2	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999
15N-	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	0	3	1	2	5	9999	9999	9999	9999	9999	9999
10N-	0	9999	6	16	1	9999	0	9	9999	8	2	5	2	5	2	9	9999	9999	9999	9999	9999
5N-	4	6	43	14	6	0	3	0	1	9999	5	20	4	3	29	63	18	8	9999	9999	9999
0N-	0	8	15	5	9	7	12	21	14	9999	1	4	0	17	18	2	0	0	9999	9999	9999
0S-	9999	9999	0	7	4	0	6	0	9999	3	33	9	9999	2	1	4	1	2	1	9999	9999
5S-	9999	9999	9999	4	2	5	0	0	9999	9999	9999	4	9999	9999	9999	9999	9999	2	9999	9999	9999

北太平洋に分布するヨシキリザメの年齢と繁殖

## Appendix 8. (continued)

## Male 150~200cm

	130 E-	135 E-	140 E-	145 E-	150 E-	155 E-	160 E-	165 E-	170 E-	175 E-	-175W	-170W	-165W	-160W	-155W	-150W	-145W	-140W	-135W	-130W	-125W
55N-	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	0	0	9999	9999	9999
50N-	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	0	9999	0	0	0	9999	9999
45N-	9999	9999	9999	9999	9999	9999	0	0	0	0	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	0	0	0
40N-	9999	9999	285	67	121	26	10	4	4	10	9999	0	0	1	2	4	9999	9999	9999	9999	9999
35N-	9999	9999	47	45	20	57	43	216	138	9999	9999	9999	71	215	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999
30N-	9999	57	48	32	22	182	270	391	396	788	422	9999	124	128	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999
25N-	9999	9999	49	85	9999	9999	53	26	266	681	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999
20N-	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	87	208	68	62	1	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999
15N-	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	24	101	47	18	69	9999	9999	9999	9999	9999	9999
10N-	17	9999	19	18	2	9999	1	44	9999	38	13	77	80	64	3	9	9999	9999	9999	9999	9999
5N-	58	37	135	24	15	0	12	0	5	9999	30	128	35	18	143	199	93	19	9999	9999	9999
0N-	21	55	95	25	34	46	57	79	111	9999	9	19	3	77	109	30	3	1	9999	9999	9999
0S-	9999	9999	0	38	18	1	10	6	9999	6	136	44	9999	7	15	26	13	14	18	9999	9999
5S-	9999	9999	9999	21	13	10	3	0	9999	9999	9999	8	9999	9999	9999	9999	9999	2	9999	9999	9999

## Male larger than 200cm BL

	130 E-	135 E-	140 E-	145 E-	150 E-	155 E-	160 E-	165 E-	170 E-	175 E-	-175W	-170W	-165W	-160W	-155W	-150W	-145W	-140W	-135W	-130W	-125W
55N-	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	0	0	9999	9999	9999
50N-	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	0	9999	0	0	0	9999	9999
45N-	9999	9999	9999	9999	9999	9999	0	0	0	0	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	0	0	0
40N-	9999	9999	1	0	1	1	0	0	0	1	9999	0	0	0	0	1	9999	9999	9999	9999	9999
35N-	9999	9999	2	0	0	0	0	1	1	9999	9999	9999	0	7	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999
30N-	9999	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	9999	2	12	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999
25N-	9999	9999	0	2	9999	9999	0	2	4	33	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999
20N-	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	2	2	3	1	0	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999
15N-	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	0	2	0	0	4	9999	9999	9999	9999	9999	9999
10N-	1	9999	0	0	0	9999	0	0	9999	1	0	1	0	1	0	0	9999	9999	9999	9999	9999
5N-	5	0	1	0	0	0	0	0	0	9999	0	6	0	1	5	0	1	0	9999	9999	9999
0N-	1	0	0	0	6	1	2	0	0	9999	0	2	0	1	0	1	0	0	9999	9999	9999
0S-	9999	9999	0	0	1	0	3	0	9999	0	7	0	9999	0	1	0	1	2	0	9999	9999
5S-	9999	9999	9999	3	6	2	0	0	9999	9999	9999	0	9999	9999	9999	9999	9999	1	9999	9999	9999



**Appendix 8.** (continued)  
CPUE (No. / 1000 hooks)

Female less than 100cm BL																					
	130 E-	135 E-	140 E-	145 E-	150 E-	155 E-	160 E-	165 E-	170 E-	175 E-	-175W	-170W	-165W	-160W	-155W	-150W	-145W	-140W	-135W	-130W	-125W
55N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0	-	-	-
50N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	-	0.0	0.0	0.2	-	-
45N-	-	-	-	-	-	-	0.9	0.0	0.1	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	8.1	6.2
40N-	-	-	0.2	0.1	4.3	5.6	6.0	1.3	1.4	17.5	-	0.2	0.0	2.7	2.0	7.3	-	-	-	-	-
35N-	-	-	0.2	0.1	10.2	1.9	9.0	0.0	0.0	-	-	-	0.0	1.2	-	-	-	-	-	-	-
30N-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-
25N-	-	-	0.0	0.0	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-
15N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-
10N-	0.0	-	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.0	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	-	-
5N-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-
0N-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-
0S-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-
5S-	-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-
Female 100~150cm																					
	130 E-	135 E-	140 E-	145 E-	150 E-	155 E-	160 E-	165 E-	170 E-	175 E-	-175W	-170W	-165W	-160W	-155W	-150W	-145W	-140W	-135W	-130W	-125W
55N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.0	15.8	-	-	-
50N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	-	7.5	3.5	8.8	-	-
45N-	-	-	-	-	-	-	9.3	0.8	2.2	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	13.0	33.9	36.2
40N-	-	-	8.8	7.3	9.4	14.8	13.7	2.7	4.8	24.2	-	0.7	0.8	18.9	6.4	1.7	-	-	-	-	-
35N-	-	-	18.3	10.3	5.8	16.5	22.8	0.0	0.0	-	-	-	1.4	1.3	-	-	-	-	-	-	-
30N-	-	4.5	4.2	5.1	1.6	0.6	0.4	0.0	0.2	0.0	0.0	-	0.3	0.0	-	-	-	-	-	-	-
25N-	-	-	0.8	0.9	-	-	1.1	1.5	0.4	0.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.3	0.6	0.3	0.5	1.0	-	-	-	-	-	-	-
15N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.7	0.4	0.3	0.2	0.6	-	-	-	-	-	-
10N-	0.3	-	0.1	0.2	0.0	-	0.0	0.1	-	1.6	0.7	0.9	0.4	0.2	0.5	0.2	-	-	-	-	-
5N-	0.0	0.1	0.1	0.1	0.4	0.0	0.0	0.7	0.0	-	0.2	0.2	0.1	0.0	0.2	0.5	0.2	0.1	-	-	-
0N-	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.0	0.2	0.1	-	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.1	0.1	0.0	-	-	-
0S-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	-	0.1	0.3	0.2	-	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	-	-
5S-	-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-

北太平洋に分布するヨシキリサメの年齢と繁殖

Appendix 8. (continued)

Female 150~200cm

	130E-	135E-	140E-	145E-	150E-	155E-	160E-	165E-	170E-	175E-	-175W	-170W	-165W	-160W	-155W	-150W	-145W	-140W	-135W	-130W	-125W
55N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	1.4	-	-	-
50N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	-	0.5	0.5	0.2	-	-
45N-	-	-	-	-	-	-	0.8	0.2	0.4	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	1.7	2.2	3.1
40N-	-	-	1.1	1.3	0.7	0.6	0.2	0.2	0.1	0.3	-	0.0	0.0	1.4	0.9	0.0	-	-	-	-	-
35N-	-	-	2.3	1.0	1.4	0.3	0.6	0.1	0.0	-	-	-	0.0	0.3	-	-	-	-	-	-	-
30N-	-	13.7	10.5	6.4	2.5	1.2	2.5	0.8	0.1	0.1	0.4	-	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-
25N-	-	-	3.4	3.2	-	-	1.9	3.0	2.5	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	1.0	0.9	1.1	0.5	-	-	-	-	-	-	-
15N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	1.5	1.5	1.7	2.1	-	-	-	-	-	-
10N-	2.4	-	0.2	0.5	0.0	-	1.7	0.1	-	2.9	2.7	3.1	1.4	0.7	1.7	0.5	-	-	-	-	-
5N-	0.4	0.2	0.1	0.1	0.4	0.0	0.1	0.0	0.0	-	0.1	0.5	0.1	0.1	0.5	0.9	0.3	0.2	-	-	-
0N-	0.0	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.2	-	0.0	0.2	0.1	0.3	0.3	0.2	0.1	0.0	-	-	-
0S-	-	-	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.5	1.2	1.0	-	0.1	0.2	0.8	0.4	0.5	0.2	-	-
5S-	-	-	-	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	-	-	-	2.0	-	-	-	-	-	1.4	-	-	-

Female larger than 200cm BL

	130E-	135E-	140E-	145E-	150E-	155E-	160E-	165E-	170E-	175E-	-175W	-170W	-165W	-160W	-155W	-150W	-145W	-140W	-135W	-130W	-125W
55N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-	-
50N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	-	0.0	0.0	0.0	-	-
45N-	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0	0.0
40N-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	-	-
35N-	-	-	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-
30N-	-	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-
25N-	-	-	0.0	0.0	-	-	0.0	0.0	0.1	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-
15N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-
10N-	0.1	-	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.0	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	-	-
5N-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-
0N-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-
0S-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.0	0.1	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-
5S-	-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-

Appendix 8. (continued)

CPUE (No. / 1000 hooks)

Male less than 100cm BL																					
	130 E-	135 E-	140 E-	145 E-	150 E-	155 E-	160 E-	165 E-	170 E-	175 E-	-175W	-170W	-165W	-160W	-155W	-150W	-145W	-140W	-135W	-130W	-125W
55N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0	-	-	-
50N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	-	0.0	0.0	0.2	-	-
45N-	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	1.5	1.5
40N-	-	-	0.5	0.0	2.2	2.7	2.3	1.5	0.7	5.6	-	0.0	0.0	0.0	0.2	1.3	-	-	-	-	-
35N-	-	-	0.1	0.2	21.0	2.4	5.6	0.0	0.0	-	-	-	0.0	3.2	-	-	-	-	-	-	-
30N-	-	0.1	0.0	0.4	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-
25N-	-	-	0.0	0.0	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-
15N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-
10N-	0.0	-	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.0	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	-	-
5N-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-
0N-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-
0S-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-
5S-	-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-
Male 100~150cm																					
	130 E-	135 E-	140 E-	145 E-	150 E-	155 E-	160 E-	165 E-	170 E-	175 E-	-175W	-170W	-165W	-160W	-155W	-150W	-145W	-140W	-135W	-130W	-125W
55N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0	-	-	-
50N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	-	0.0	0.0	0.2	-	-
45N-	-	-	-	-	-	-	0.2	0.2	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	0.7	0.8
40N-	-	-	5.6	1.0	2.1	1.1	1.8	1.1	1.4	6.4	-	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	-	-	-	-	-
35N-	-	-	1.8	1.3	34.2	45.0	14.9	13.3	15.6	-	-	-	1.4	17.6	-	-	-	-	-	-	-
30N-	-	7.4	5.8	23.8	4.9	4.2	4.3	7.3	6.1	1.9	11.4	-	1.0	0.5	-	-	-	-	-	-	-
25N-	-	-	1.2	0.5	-	-	0.0	0.8	0.6	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.3	0.3	0.1	0.6	1.0	-	-	-	-	-	-	-
15N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0.2	0.2	0.2	0.1	-	-	-	-	-	-
10N-	0.0	-	0.5	2.4	0.6	-	0.0	1.0	-	0.7	0.5	0.2	0.0	0.2	0.5	1.6	-	-	-	-	-
5N-	0.2	0.4	0.9	0.7	0.6	0.0	0.2	0.0	0.6	-	0.1	0.3	0.1	0.1	0.2	0.5	0.2	0.2	-	-	-
0N-	0.0	0.4	0.4	0.2	0.2	0.1	0.1	0.6	0.4	-	0.0	0.1	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	-	-	-
0S-	-	-	0.0	0.2	0.1	0.0	0.1	0.0	-	0.4	0.8	0.5	-	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1	-	-
5S-	-	-	-	0.1	0.0	0.4	0.0	0.0	-	-	-	2.0	-	-	-	-	-	0.9	-	-	-

北太平洋に分布するヨシキリザメの年齢と繁殖

Appendix 8. (continued)

Male 150~200cm																					
	130E-	135E-	140E-	145E-	150E-	155E-	160E-	165E-	170E-	175E-	-175W	-170W	-165W	-160W	-155W	-150W	-145W	-140W	-135W	-130W	-125W
55N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0	-	-	-
50N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	-	0.0	0.0	0.0	-	-
45N-	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0	0.0
40N-	-	-	4.8	1.2	0.9	0.4	0.5	0.2	0.4	2.8	-	0.0	0.0	0.7	0.4	1.3	-	-	-	-	-
35N-	-	-	1.2	0.6	3.5	7.5	5.2	24.9	55.1	-	-	-	47.9	28.7	-	-	-	-	-	-	-
30N-	-	5.6	10.7	7.1	9.1	36.4	14.8	49.2	35.3	24.4	94.0	-	41.6	21.5	-	-	-	-	-	-	-
25N-	-	-	6.7	5.2	-	-	10.1	19.5	20.7	20.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	55.7	19.5	8.9	7.6	0.5	-	-	-	-	-	-	-
15N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.2	7.4	8.0	1.5	1.3	-	-	-	-	-	-
10N-	2.1	-	1.6	2.7	1.2	-	0.8	5.0	-	3.2	3.2	3.8	1.8	3.0	0.7	1.6	-	-	-	-	-
5N-	2.2	2.2	2.8	1.3	1.5	0.0	0.8	0.0	2.8	-	0.8	1.8	1.2	0.7	0.9	1.6	1.0	0.5	-	-	-
0N-	1.4	2.9	2.3	1.2	0.7	0.8	0.7	2.4	3.4	-	0.2	0.5	0.2	0.7	0.4	0.5	0.2	0.2	-	-	-
0S-	-	-	0.0	1.3	0.3	0.0	0.1	0.5	-	0.8	3.5	2.2	-	0.2	0.3	0.9	0.5	1.4	-	-	-
5S-	-	-	-	0.5	0.2	0.9	0.2	0.0	-	-	-	4.0	-	-	-	-	-	0.9	-	-	-
Male larger than 200cm BL																					
	130E-	135E-	140E-	145E-	150E-	155E-	160E-	165E-	170E-	175E-	-175W	-170W	-165W	-160W	-155W	-150W	-145W	-140W	-135W	-130W	-125W
55N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0	-	-	-
50N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	-	0.0	0.0	0.0	-	-
45N-	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0.0	0.0
40N-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	-	-	-	-	-
35N-	-	-	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4	-	-	-	0.0	0.9	-	-	-	-	-	-	-
30N-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.2	-	0.7	2.0	-	-	-	-	-	-	-
25N-	-	-	0.0	0.1	-	-	0.0	1.5	0.3	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.3	0.2	0.4	0.1	0.0	-	-	-	-	-	-	-
15N-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	-	-	-	-	-	-
10N-	0.1	-	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.0	-	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	-	-
5N-	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-
0N-	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-
0S-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	0.0	0.2	0.0	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	-	-
5S-	-	-	-	0.1	0.1	0.2	0.0	0.0	-	-	-	0.5	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-