

東部ベーリング海における「つぶ」漁業 の操業記録の解析—I.*

CPUE の分布型と変動についての考察

永 井 達 樹

(遠洋水産研究所)

An analysis of the snail fishing data in the Eastern Bering Sea-I.
On the variation of catch per unit effort

Tatsuki NAGAI

(Far Seas Fisheries Research Laboratory)

It is the purpose of this paper to investigate the distributional pattern and the variation of catch per unit effort in order to secure a reliable index for the abundance of the population. In case of the snail fishing, the unit effort is expressed by a basket and the catch per unit effort (c.p.u.e.) reported routinely from the commercial fishing boats is not the average c.p.u.e. per operation (C.P.O.) but the average c.p.u.e. per day (C.P.D.).

The data used in this study were consisted of the average c.p.u.e. per operation and the number of days setting snail-baskets (Fig. 1, NAGAI, 1974) for each operation, which were specially obtained from Satsu-Maru group operated in 1973. The range of fishing activity by Satsu-Maru group was restricted in the narrow area near the Pribiloff Islands (Fig. 1), so that variability between localities was not taken into account. The results were summarized as follows;

1. It is noted that the values of C.P.D. appeared to be stable at about 4 kg throughout the fishing season, but that variation in C.P.D. among days was not on a negligible degree (Fig. 2 and Table 1).

The regression line of C.P.D. on time was expressed as the following equation,

$$y=3.601+0.007x$$

where y is the average c.p.u.e. per day (C.P.D.) and x is number of days elapsed (June 1st was chosen as first day).

2. Normality, skewness and kurtosis for the frequency distribution of the 3-day setting C.P.O. (Fig. 3), the most available data, were examined (Table 2 and 3). This analysis showed that the distribution of the 3-day setting C.P.O. is approximately regarded as a normal distribution.

3. The values of variance caused by the various factors which generate the fluctuations of catch were estimated by the analysis of variance. Factors to be actually considered are the areal fluctuation of the snails, the difference of species composition among localities in spite

* 1975年4月30日受理 遠洋水産研究所業績 第137号

of the narrow area (NAGAI, 1974) and the distribution of the seastars which are predatory on the snails (NAGAI, 1975). However, it is not possible to include these factors in the numerical analysis at the moment. Factors of variance in this study have been classified into two groups; the one represented by a factor caused among days (S_b^2), and the other by a factor caused within day (S_m^2).

3-1 It was observed that the rough weather might be related to a poor catch (Fig. 4). Accordingly the C.P.O. obtained during stormy weather and the following three days were excluded. The test of homogeneity of S_m^2 was examined for the new data, which indicated the homogeneity of variance within day increased (Table 4).

3-2 The analysis of variance on S_b^2 on the new data resulted in the remarkable significance within every month (Table 5). However, both variances, S_b^2 and S_m^2 , when compared among months, tended to be the similar values and to hold homogeneity respectively (Table 6 and 7). This means that the effect caused by the various factors was averaged out among months. For that reason the average c.p.u.e. per month is considered to be a reliable index for the abundance of the population.

In the future study the average c.p.u.e. per month is useful for discussing the seasonal variation of snail population, and the average c.p.u.e. per fishing season (Jun.-Sep.) can also be used to examine the annual variation. And it is practical to calculate those index from the C.P.D. reported by the fishing boats.

4. The difference among average c.p.u.e. per month using original data was statistically significant (Table 9), but the magnitude of difference is fairly small (Table 8). And as is evident from Table 9, it is not necessary to exclude the data obtained during the stormy weathers and the following three days for calculating the average c.p.u.e. per month.

5. The means of C.P.O. by number of setting days and the relative values of C.P.O. for various number of days to the mean of the 3-day setting C.P.O. were computed (Table 10). The variation of catch originated from the difference of setting duration was not significant for each month or all month combined.

6. Some problems were pointed out for a future study.

- (1) The reason why C.P.D.'s are stable throughout the fishing season.
- (2) Whether there exists a periodical variation of C.P.D.
- (3) Snail-basket fishery is also operated in the other area. Accordingly, it is necessary to compare the manner of operation, level of c.p.u.e., etc., among fishing boats and to make a study on the stratification of areas in the Eastern Bering Sea.

1. はじめに

東部ベーリング海におけるつぶ漁業は、西経175度以東の大陸棚上で行われる籠漁業である。現在のところ、漁場はプリピロフ周辺に限られていて、マルエゾボラ *Neptunea pribiloffensis* カドバリバイ *Buccinum angulosum*, チヂワエゾバイ *B. tenue* といったエゾバイ科 Buccinidae の腹足類 Gastropoda を漁獲対象としている。

1973年以前には、この海域の漁業は自由漁業であって、数隻の漁船が出漁していた。1973年になって、この漁業に始めて21隻の承認枠が設けられ、漁業が公式に開始された。

つぶ漁業が承認漁業の一つとなってから、その年度の漁期終了後出漁漁船から水産庁に漁獲成績報告書が提出されることになった。漁獲成績報告書には、毎日の総漁獲努力量(つぶ籠漁業の場合揚籠総数)、漁獲量と

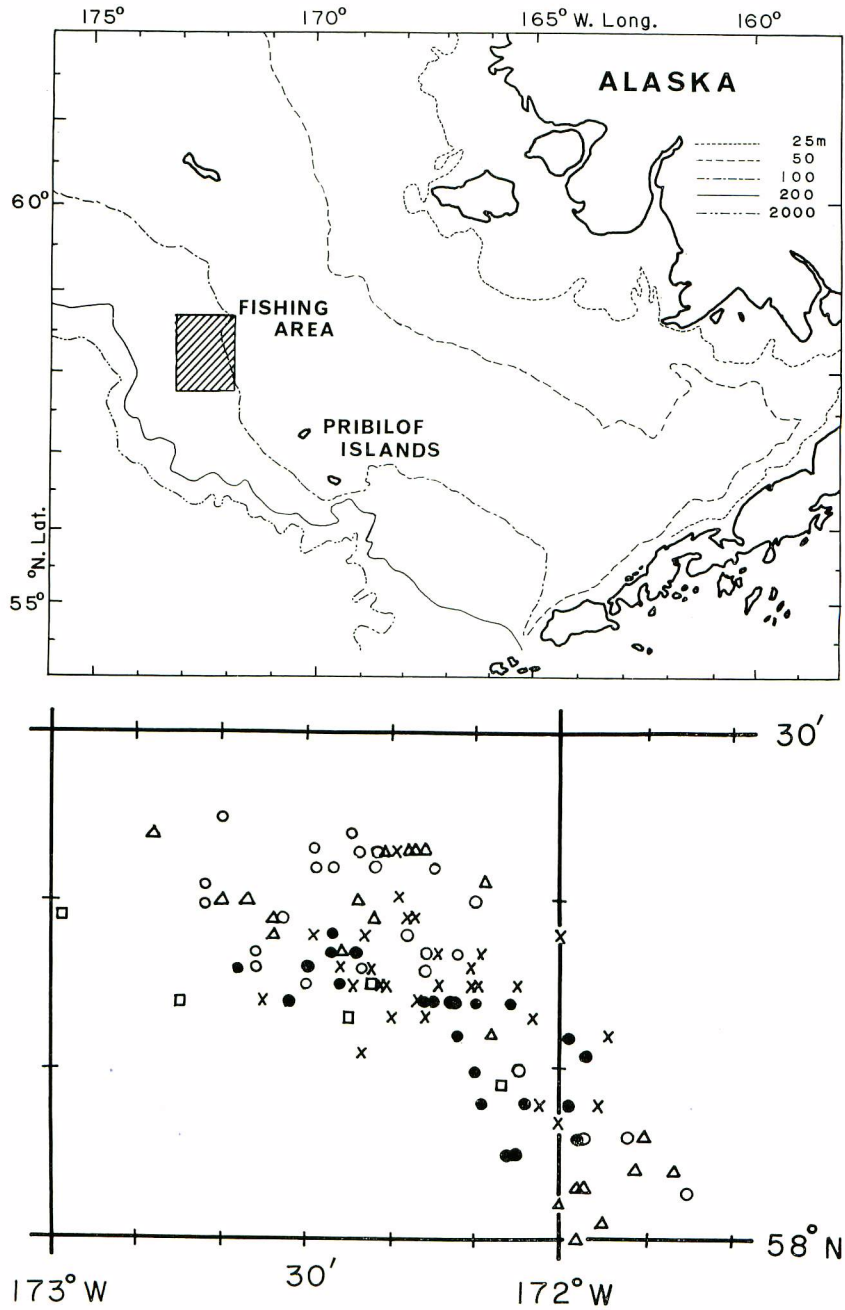


Fig. 1. Noon positions of the snail fishing boat, Satsu-Maru No. 17 in 1973.
 (□ : May, ● : June, × : July, ○ : August, △ : September)

並んで総漁獲量を総努力量で割って求めた1籠当り漁獲量が記入されている。この1籠当り漁獲量を日平均 CPUE (CATCH PER UNIT EFFORT) と呼ぶことにすれば、この日平均 CPUE がどの程度に資源密度指数としての性格をもち、またどうとり扱えば生物学的にも意味があり今後の資源研究に利用して行けるか、推定値の統計的な性格について検討する必要を生じていた。

そこで、この研究は報告書に記入されている日平均 CPUE だけでなく、報告のもとになった操業資料を入手して、1回操業当りの CPUE (配別 CPUE と呼ぶ) までたどり、その分布型と変動について検討を加えることを目的とした。

なお、この操業資料はせまい海域 (Fig. 1 参照) でくり返し操業されて得られた実験のようなものであり、CPUE に海域による変動がないと思われるから以上のような分析に適している。

操業資料の入手に当っては、北洋水産株式会社の関係者、とくに第17佐津丸船団長、赤坂東光氏の御好意によるところが大きかった。厚くお礼申し上げます。また、筆者にこの研究を行うように勧め、とりまとめに当たっても終始指導助言された遠洋水産研究所企画連絡室長須田明博士* に深謝する。

2. 操業資料及びその取り扱い方法

北洋水産株式会社所属の4隻のつぶ漁船グループは、1973年の5月中旬から9月下旬まで、Fig. 1 に示すプリピロフ北西の海域にて操業した。入手した資料は4隻の内の3隻分の操業資料であり、投籠日報、揚籠日報、漁獲日報 (北洋水産、1973) から成っている。

つぶ籠漁業の操業は、餌として魚肉をつり下げてある籠を一定数幹繩にとりつけた、配(はい) (永井、1974 の Fig. 1 参照) を海底に数日間留めて、つぶが籠中に集まるのを待つという方法で行われる。3隻の漁船は1日に各々普通1ヶ所で操業し、4配 (2,000籠) の揚籠と投籠を行うが、配の留日数が3日となるように、3ヶ所に籠を入れてあり、その場所は同じ漁場内でも毎日多少移動する。各配のボンデンにとり付けてある旗には、配番号が記されていて、上記の操業記録から毎日揚籠される配の留時間と漁獲量とがわかる。ただ、この場合の漁獲量とは、バイスケという縦、横、高さがそれぞれ46, 70, 36 cm の長方形の網籠に漁獲物を順次入

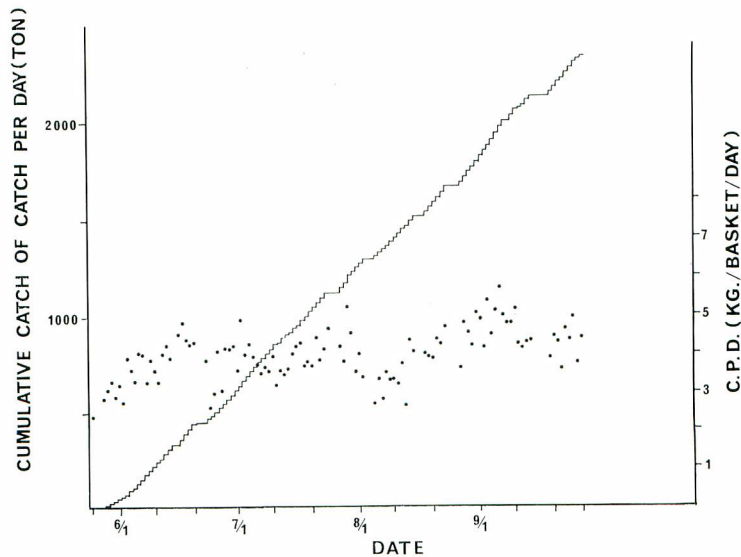


Fig. 2. Daily distribution of the average c.p.u.e. per day (C.P.D.), and the cumulative catch of the catch per day.

* 現在 水産庁研究開発部

れた時の籠数に、バイスケ1籠に入る貝のおよその重量50 kgを掛けて得られた殻付重量のことである。

操業記録に基づいて計算されるCPUE、即ち単位努力量(つぶ漁業の場合1籠)当り漁獲量としては、1日の平均としての

日平均 CPUE (kg/籠/日)

と1日にとり扱う個々の配について求めた

配別 CPUE (kg/籠/配/日)

とがある。

2つのCPUEの英語での表現はわかりやすくするために、日平均CPUE, The average c. p. u. e. per dayをC.P.D.と、配別CPUE(1回操業当りCPUE), The average c. p. u. e. per operationをC.P.O.と表現する。

3. 日平均 CPUE の変動と累積漁獲量

まず、日平均CPUEの漁期間の変動と毎日の漁獲量を累積した累積漁獲量の増加の傾向をみるためにFig. 2を示した。

Fig. 2は毎日のCPUEの日平均と累積漁獲量を月日に対してプロットしたものである。これによると、日平均はCPUE漁期全体でみれば4 kg付近に安定していて、そのことが累積漁獲量の直線的な増加をもたらしている。日平均CPUEの回帰式は次の式で示される。

$$y = 3.601 \times 0.007x$$

またFig. 2から漁期全体でみると、日平均CPUEが4 kg付近に安定していても、日間の変動はかなり大きなことも注目される。

ここでは統計量の性格について一層理解を深めるために以下の分析を行った。

なお、Table 1には日平均CPUEと配別CPUEとから計算された、平均、分散、変異係数、母平均の90%信頼区間を示す。

4. 配別 CPUE の分布型について

配別CPUEの変動因の検出やその大きさを推定するには、分散分析がもっとも有効と思われる。資料を分散分析にかける時には、変量の分布が正規分布か、或いはこれに近いことが前提とされている。そこで、分散分析に先立って正規性の検定を行うために、配別CPUEの度数分布をFig. 3に示した。

この図において個々の配の留日数を考慮しない度数分布(図中□の部分)はかなり対称性の強い分布とみられるが、特定の留日数をもつものだけの正規性を調べるためにデータの一番多い3日留の配別CPUEの度数分布(図中■の部分)をとりあげ、これについて χ^2 検定による適合度の検定を行った。

また χ^2 検定では正規性からのへだたりに特別な型があるかないか知り得ないので、歪みと尖りの検定もあわせて行った。これらの結果はそれぞれ、Table 2とTable 3に示されている。

3日留配別CPUEの度数分布は6月、8月および6~9月の分布について、5%の危険率で正規性をもつという帰無仮説は棄却されるが、7月と9月の場合には仮説は棄却されない。歪みについてみれば、5%あるいは1%有意水準で正の歪み(右に尾をひく分布)が認められるが、9月のみは負の歪み(左に尾をひく分布)があるものの有意ではない。また尖りについては、いずれの場合も5%有意水準で尖りがあるとは言えない。

以上配別CPUE分布について、正規性の適合度と正規性からのへだたりの型とその程度についてみてきたが、分布型としては正規分布とは言えないが、正規分布に近似したものであり、分散分析を行う際に変数の変換をして分布を正規型に近づけるといった処理は必要としない。

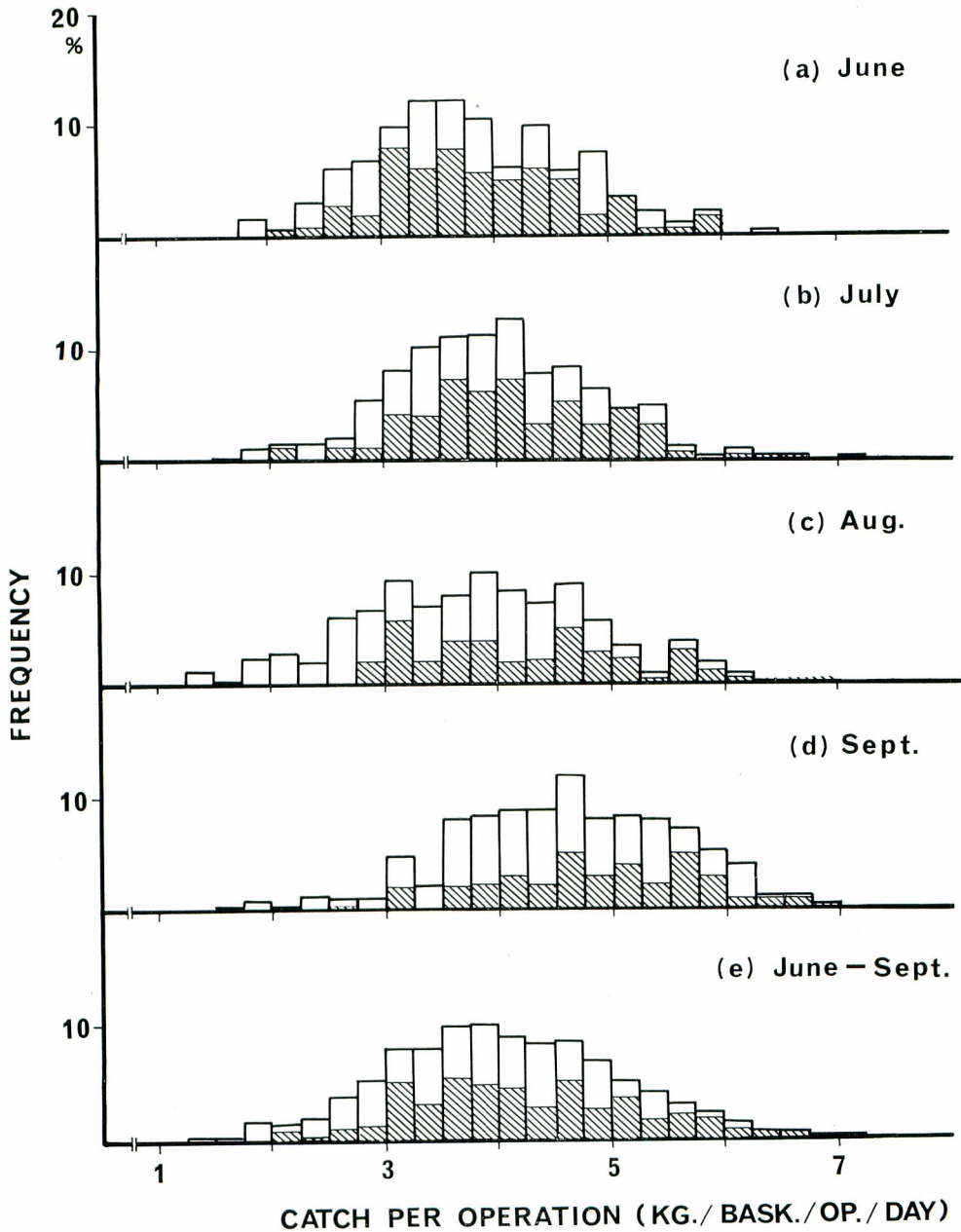


Fig. 3. Frequency distribution of the average c.p.u.e. per operation (C.P.O.)

□ : Total of C.P.O.'s, ▨ : 3-day setting C.P.O.'s

Table 1. Statistical values as to C.P.D. and C.P.O. which are computed from the results of snail-basket operation.

(a) Catch Per Day

month	number of fishing day n_d	mean \bar{x}_d	variance s_d^2	coefficient of variation c. v. = $s_d/\bar{x}_d \times 100\%$	90% confidence interval for population mean	observed number of gears used a day k_d
June	27	3.79	0.3064	14.6	$3.62 < \mu < 3.97$	11.1
July	29	3.98	0.2113	11.6	$3.86 < \mu < 4.12$	11.4
Aug.	24	3.85	0.4281	17.0	$3.63 < \mu < 4.07$	11.9
Sept.	22	4.57	0.2721	11.4	$4.39 < \mu < 4.76$	10.9
June-Sept.	102	4.03	0.3701	15.2	$3.93 < \mu < 4.13$	11.3

(b) Catch Per Operation

month	number of fishing operation n_o	mean \bar{x}_o	variance s_o^2	coefficient of variation c. v. = $s_o/\bar{x}_o \times 100\%$	90% confidence interval for population mean
June	299	3.79	0.8013	23.6	$3.69 < \mu < 3.88$
July	331	3.98	0.8264	22.8	$3.90 < \mu < 4.07$
Aug.	286	3.85	1.1433	27.7	$3.75 < \mu < 3.96$
Sept.	239	4.58	0.9571	21.3	$4.48 < \mu < 4.69$
June-Sept.	1155	4.02	1.0104	25.0	$3.98 < \mu < 4.07$

5. 変動成分の分析

資源密度指数としての CPUE の統計的性格を明らかにするためには、漁獲の変動にあずかる要因の検出とその大きさの推定を行う必要があるが、これには分散分析がもっとも有効である。

ただし、データが計画的な実験から得られたものでなく、実際の操業の結果を実験にみだてて分析するのであるからあまり詳細な分析には耐えない。とりあげる要因の数を増しても意味がないと思われる。

漁獲の変動にあずかる様々な要因群としては、例えばつぶそのものの分布にむらがあることや、せまい海域ながら操業位置の違いによってつぶの種組成が異なること。更に例えばつぶを食害する(永井, 1975) ヒトデの密度が異なる(実際につぶ籠で混獲されるヒトデの数はその場所によってずい分異なることが経験的に知られている)ことがつぶ類の分布密度に影響しているであろうこと(巻貝がヒトデに対して逃避行動をとる例としてはキサゴ *Umbohium costatum* に関する土肥(1974)の研究がある)等、我々がなかなか知り得ない変動因のあることも考えられる。実際はこれらの変動因が絡みあって漁獲に変動をもたらすのであろう。

Table 2. Chi-square test on a hypothesis of normality for the frequency distribution of the 3-day setting G.P.O.

interval	June			July			Aug.			Sept.			June-Sept.		
	f_1	f_2	χ^2	f_1	f_2	χ^2	f_1	f_2	χ^2	f_1	f_2	χ^2	f_1	f_2	χ^2
2.00-2.25	2			4						1			7		
2.25-2.50	3	8.1	1.19	0	16.7	1.32				0			3	21.2	5.92
2.50-2.75	8	6.8	0.21	4			6	6.4	0.03	1			13	15.0	0.27
2.75-3.00	7	10.4	0.65	4			17	4.1	40.59	0	9.9	0.00	17	22.1	1.18
3.00-3.25	25	13.9	8.86	14	10.3	1.33	6	5.8	0.01	4			60	30.6	28.25
3.25-3.50	19	18.1	0.05	13	13.8	0.05	11	7.6	1.52	0			38	39.5	0.06
3.50-3.75	23	20.8	0.27	23	16.9	2.20	11	9.0	0.44	4			61	47.7	3.71
3.75-4.00	19	21.8	0.33	20	19.2	0.03	6	10.7	2.06	5	5.1	0.00	55	53.9	0.02
4.00-4.25	15	20.7	1.57	23	19.9	0.48	7	11.5	1.76	7	6.5	0.04	51	56.9	0.61
4.25-4.50	17	18.0	0.06	10	19.1	4.34	15	11.6	1.00	5	7.8	1.01	39	56.2	5.26
4.50-4.75	15	14.1	0.06	16	16.8	0.04	8	10.6	0.19	12	8.4	1.54	58	51.9	0.72
4.75-5.00	5	10.1	2.38	11	13.6	0.50	7	17.3	3.98	6	9.2	1.11	30	44.7	4.83
5.00-5.25	10	6.4	3.31	16	10.2	3.30	2			9	9.0	0	42	36.1	0.96
5.25-5.50	2			9	7.0	0.57	8	6.2	0.52	5	8.3	1.31	18	27.3	3.17
5.50-5.75	2	8.1	0.10	2			4			12	6.9	3.77	24	19.2	1.20
5.75-6.00	5			0			2			8	5.8	0.83	17	13.0	1.23
6.00-6.25				1	9.5	1.29	1	11.7	0.62	3			6	7.7	0.38
6.25-6.50				1			1			3	12.1	0.36	5	4.4	0.08
more than 6.50				2			1			4			8	4.5	2.72
total	177	177	19.02*	173	173	15.45	113	113	52.72**	89	89	9.98	552	552	60.56**
degree of freedom		10			9			9			8			15	

f_1 : observed frequency. f_2 : theoretical frequency.

* significant at 5% level. ** significant at 1% level.

Table 3. Tests of skewness and kurtosis for the frequency distribution of the 3-day setting C.P.O.

stratum (month)	June	July	Aug.	Sept.	June-Sept.
Skewness*; $g_1(=b_1)$	0.386**	0.307**	0.579***	-0.323	0.361***
Kurtosis; $g_2(=b_2-3)$	-0.243	0.389	-0.499	0.081	-0.261

* one-tailed tests.

** significant at 5% level.

*** significant at 1% level.

そこで須田(1958)がマグロ延縄漁業の場合に、漁獲変動にあずかる要因群を航海内成分として作用するものと航海間変動の成分として作用するものとに分類したのにならぬ、いろいろな変動要因を一括してとり扱うことを考える。それにはせまい海域でくり返し操業されるというつぶ漁業の特殊性を考慮し、日を変動要因の集合体と考えることにする。そして漁獲変動にあずかる要因群を、日内変動の成分として作用するもの(S_{in}^2)と日間変動の成分として作用するもの(S_n^2)とに分けて、それらが各月でどのような値をとるか調べてみた。

5-1 配別 CPUE の日内変動と日間変動

(1) 日内分散の均一性についての検定

分散分析には級内の分散が一樣であるという前提があるので、分散分析に先立って階層を月にとって各階層毎に日内分散を計算し、その均一性をバートレットの方法で検定した。結果は Table 4 に示す。

これによれば、6月と8月では日内分散の均一性が保たれていないことがわかる。分散の均一性を保つ上

Table 4. Bartlett's test of homogeneity of variance within a fishing day.

types of data		stratum (month)			
		June	July	Aug.	Sept.
original data	d. f.	26	28	23	21
	χ^2	39.40*	32.81	35.22*	14.49
cheked data	d. f.	21	27	19	18
	χ^2	32.18	32.53	29.82	12.74

* significant at 5% level.

で階層を月から旬へと小階層に分けることも効果があるはずであるが、CPUEの季節変動を月でとらえることができれば充分と考えて小階層に分けることはしない。代わりにデータを吟味してみると、時化の時あるいはその直後に漁獲の減少がみられることがある。Fig. 4は6月における日平均CPUEと個々の配別CPUE値を示す。

これによれば、6月1日と6月20日から22日までの2回の時化の時あるいはその直後3日間にはCPUEは低下している。分散の均一性が保たれていなかった6月と8月は時化の日数も多いことから、時化がなんらかのかたちで漁獲の変動に関与しているらしい。

そこで、時化の時とその直後のデータを除いて、再度日内分散の均一性を検定してみると6月と8月の場合も均一性が保たれた(Table 4)。従って以下の分析には吟味されたデータを使用するが、時化がどんなかたちで漁獲の変動に関与しているか今後の問題となろう。

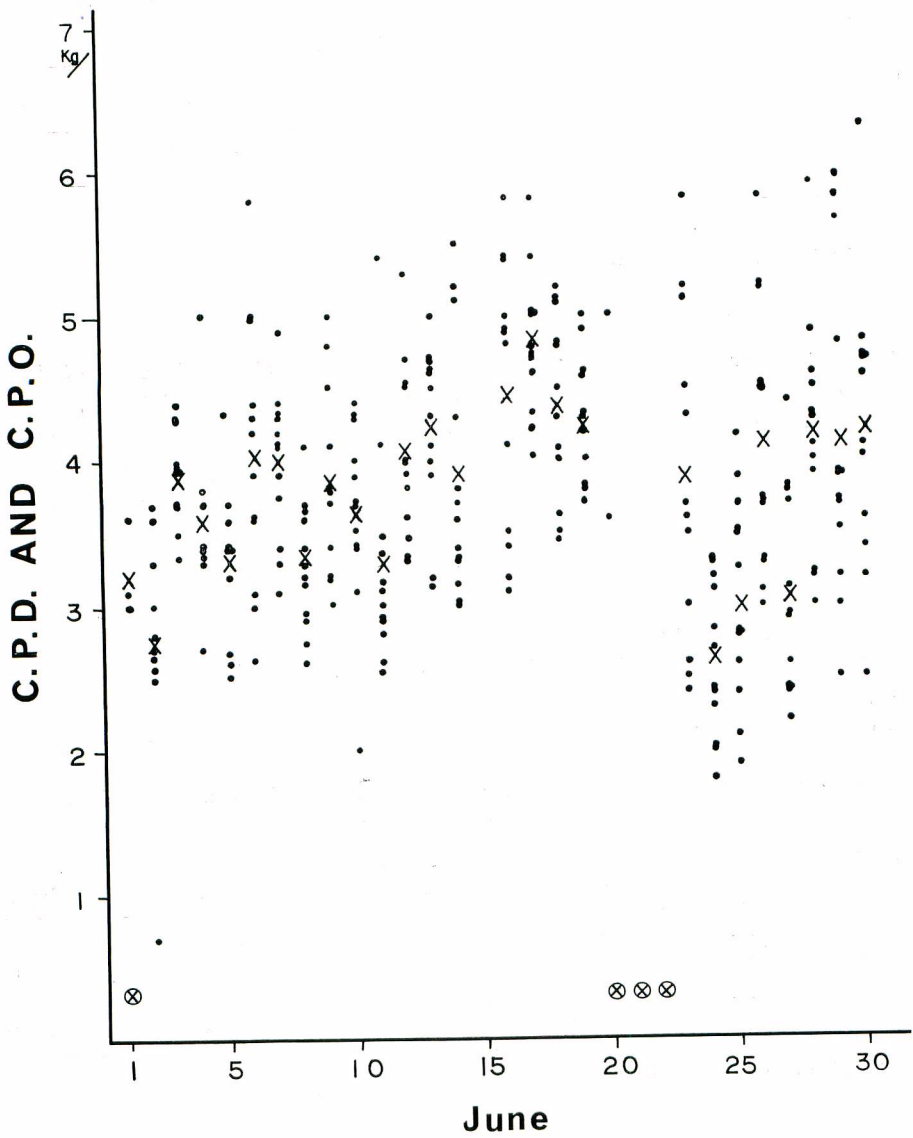


Fig. 4. Daily distribution of the average c.p.u.e. per day (C.P.D.) and the average c.p.u.e. per operation (C.P.O.) in June.
 (× : C.P.D., • : C.P.O., ⊗ : The stormy weather)

(2) 日間変動 (S_b^2) と日内変動 (S_w^2)

級内の分散の一様性が保たれたので、各階層（月）毎に日間の変動が有意であるか分散分析を行った。その結果は Table 5 に示す。また変量模型 (Random effect model) として、2つの分散 S_b^2 と S_w^2 どの推定を行い、Table 6 に示した。そしてそれらの分散が階層（月）間で均一かどうか検定し、Table 7 に示す。

以上の結果から S_b^2 はいずれの場合も著しく有意であるが、 S_b^2 、 S_w^2 ともに月間で大きさが近似してお

Table 5. Test of significance of factors causing variance between day.
(The arrow shows the direction of test.)

stratum (month)	source of variance	degree of freedom	sum of square	mean square	F
June	fishing days	21	53.4178	2.5374 ↑	4.08**
	operations	230	143.5344	0.6241 ↑	
	total	251	196.9522		
July	fishing days	27	66.0563	2.4465 ↑	3.59**
	operations	292	198.8551	0.6810 ↑	
	total	319	264.9114		
Aug.	fishing days	19	79.2698	4.1721 ↑	5.18**
	operations	207	166.7308	0.8055 ↑	
	total	226	246.0007		
Sept.	fishing days	18	65.3004	3.6278 ↑	5.27**
	operations	184	126.7538	0.6889 ↑	
	total	202	192.0542		

* significant at 5% level.

** significant at 1% level.

Table 6. Estimated values of variance.

stratum (month)	mean square		size of sub-sample	estimated value of variance	
	operations	fishing days*	fishing day	s_w^2	s_b^2
	s_w^2	$s_w^2 + ks_b^2$	k^{**}		
June	0.6241	2.5437	11.44	0.6241	0.1678
July	0.6810	2.4465	11.38	0.6810	0.1551
Aug.	0.8055	4.1721	11.34	0.8055	0.2969
Sept.	0.6889	3.6278	10.66	0.6889	0.2757

* fishing days: where the factors between days were evaluated as a whole.

** k : the values were computed by the next equation.

$$k = n - \frac{\sum(n_i - n)^2}{(a-1)N} \text{ (Snedecor et Cochran, 1967).}$$

Table 7. Test of homogeneity between model strata S_w^2 and S_b^2 by
Bartlett method. (Degree of freedom is 3 for each case)

	mean value of variance		the value of χ^2	
	s_w^2	s_b^2	s_w^2	s_b^2
correspond to table 6	0.6965	0.2155	4.00	1.64

* significant at 5% level.

り、しかも均一性が保たれていることがわかる。このことは月の中で特定の日をとるとある一つ又は複数の変動要因が漁獲変動を大きくさせるように働いているのであるが、月間でみればそれらの効果は平均していることを意味する。

Table 8. Statistical values as to C.P.D. and C.P.O. which are computed from the results of snail-basket operation. (Where the data obtained during the stormy weather and the following three days are excluded.)

(a) Catch Per Day

month	number of fishing day n_d	mean \bar{x}_d	variance s_d^2	coefficient of variation c. v. = $s_d/\bar{x}_d \times 100\%$	90% confidence interval for population mean	observed number of gears used a day k_d
June	22	3.89	0.2400	12.6	$3.72 < \mu < 4.06$	11.5
July	23	3.99	0.2168	11.7	$3.83 < \mu < 4.15$	14.4
Aug.	20	3.82	0.3635	15.8	$3.60 < \mu < 4.04$	11.4
Sept.	19	4.59	0.3417	12.7	$4.37 < \mu < 4.81$	10.7
June-Sept.	89	4.06	0.3536	14.7	$3.96 < \mu < 4.16$	11.4

(b) Catch Per Operation

month	number of fishing operation n_0	mean \bar{x}_0	variance s_0^2	coefficient of variation c. v. = $s_0/\bar{x}_0 \times 100\%$	90% confidence interval for population mean
June	252	3.90	0.7258	21.8	$3.81 < \mu < 3.99$
July	331	3.99	0.8370	22.9	$3.91 < \mu < 4.07$
Aug.	227	3.88	1.0830	26.8	$3.77 < \mu < 3.66$
Sept.	203	4.64	0.9485	21.0	$4.53 < \mu < 4.75$
June-Sept.	1013	4.07	0.9688	24.2	$4.02 < \mu < 4.12$

6. 資源密度指数としての CPUE

5の分析から結論されたことは、階層を月にとれば階層の中での様々な変動要因の効果が平均化して、階層間の比較ができるということである。従って、階層間の比較をする時には、CPUEの月平均値を使用すればかなり資源密度指数として信頼できるものと言えよう。

CPUEの月平均値を計算するには、日平均CPUE、配別CPUEのどちらを使ってもよいが、どちらを使用するかで母平均の信頼区間に、Table 1と8に示した程度の違いは生じる。

これは、Fig. 4からも理解できるように、日内分散 S_w^2 に比べて日間の分散 S_b^2 が大きく、月の中で日を無視して配別CPUEの月平均値を計算した場合と1日の配別CPUEの平均としての日平均CPUEの月平均値とを求めた（この時日は無視されていない）かの違いに原因している。

しかし、我々の目的はBiomassの季節変化あるいは年変化を正しくおさえることにあるのだから、CPUEの月平均値あるいは漁期平均値でもってとらえることができるとわかれば充分である。そして同じ月平均値あるいは漁期平均値を計算するなら、日平均CPUEを使用した方が計算が楽だし、何にもまして現在のつぶ漁業漁獲成績報告書を利用できるという点で好都合と言える。今後の研究には日平均CPUEの月平均値あるいは漁期平均値をつぶの資源密度指数として使う。

7. 日平均CPUEの月間変動

資源密度指数としての日平均CPUEの月平均値が月によって異なるか分散分析でテストしてみた結果Table 9に示すように吟味されたデータの場合も吟味していない生のデータの場合もともに高度に有意であった。

従って、日平均 CPUE の月平均値には差があると言えるが、その差自体は Table 1, Table 8 からわかるように大きなものではない。これは日平均 CPUE を使って、Biomass の季節変化あるいは年変化をみていく場合、データを吟味することにあまり神経を使わなくてよいということを意味している。

Table 9. Test of significance of factors causing variance between months.
(Test arrow shows the direction of test.)

types of data	source of variance	degree of freedom	sum of square	mean square	F
original data	fishing month	3	8.8949	2.9650 ↑	9.87***
	fishing days	98	29.4347	0.3003 ↑	
	total	101	38.3296		
checked data	fishing month	3	7.1621	2.3874 ↑	8.47***
	fishing days	85	23.9506	0.2818 ↑	
	total	88	31.1128		

*** significant 0.5% level.

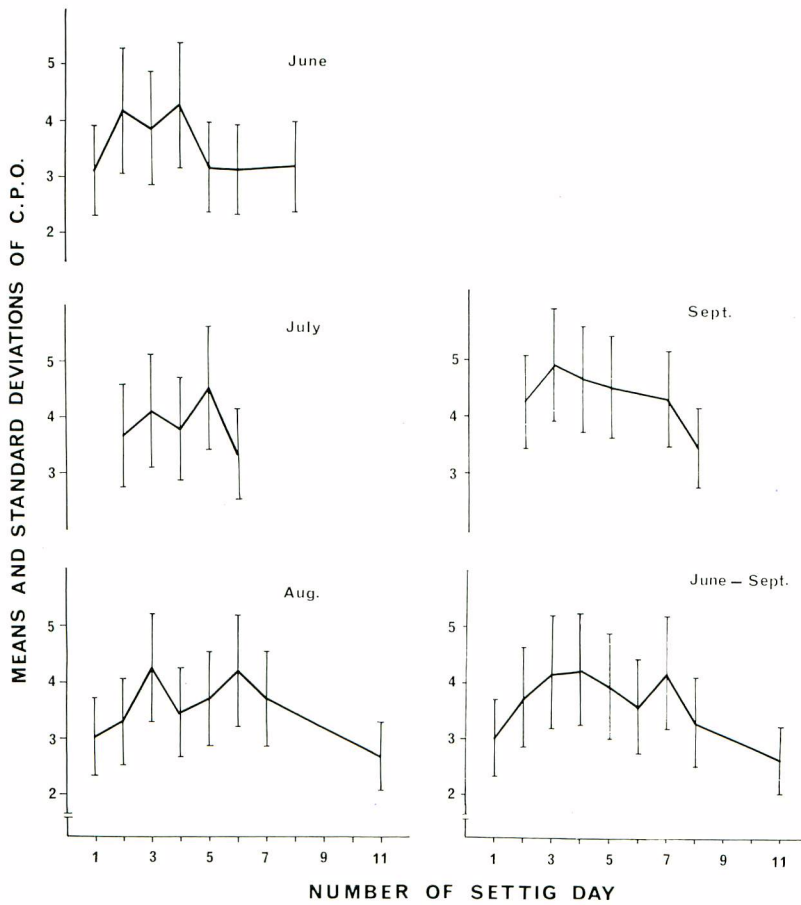


Fig. 5. Means and standard deviations of C.P.O. by number of setting days.

Table 10. The means of C.P.O. by number of setting days and the relative values of C.P.O. for various number of days to the mean of the 3-day setting C.P.O.

month	number of setting days	1	2	3	4	5	6	7	8	11
June	number of operation	1	13	177	53	14	38		3	
	mean value of the c. p. o.	3.10	4.16	3.85	4.26	3.15	3.12		3.15	
	relative values	0.81	1.08	1.00	1.11	0.82	0.81		0.82	
July	number of operation		85	174	29	36	6			
	mean value of the c. p. o.		3.67	4.11	3.77	4.50	3.34			
	relative values		0.89	1.00	0.92	1.09	0.81			
Aug.	number of operation	6	57	113	4	57	33	4		12
	mean value of the c. p. o.	3.03	3.32	4.27	3.48	3.73	4.20	3.71		2.66
	relative values	0.71	0.78	1.00	0.81	0.87	0.98	0.87		0.62
Sept.	number of operation		58	89	50	10		26	6	
	mean value of the c. p. o.		4.28	4.92	4.65	4.52		4.29	3.44	
	relative values		0.87	1.00	0.95	0.92		0.87	0.70	
June-Sept.	number of operation	7	213	553	136	117	77	30	9	12
	mean value of the c. p. o.	3.04	3.77	4.19	4.28	3.97	3.60	4.21	3.34	2.66
	relative values	0.73	0.90	1.00	1.02	0.95	0.86	1.00	0.80	0.63

8. 配別 CPUE の留日数別平均値について

つぶ漁業の場合、留日数もひとつの変動要因と考えられるものの、1日にとりあげる個々の配の留日数は特定の日にかたよっているため、日間の変動から留日数による変動を分離できなかった。それに実際の漁獲の変動は5に述べたように様々な変動要因が絡みあってもたらされるものであるから、留日数の違いによる漁獲の変動がどの程度にあるか知ることは現実にはむづかしい。

ただ、漁業者は経験的に3日留が一番よい漁獲を与えていると考えている。そこで、Fig. 5 に配別 CPUE の留日数別平均と標準偏差を図示し Table 10 に3日留平均に対する各留日数別平均の相対値を示す。

これらによれば、月あるいは漁期全体でみれば留日数による差が小さいことがわかる。

9. 今後の問題点

以上推定値の統計的な性格について考察を進めた結果、日平均 CPUE の月平均値が資源密度指数として信頼できることがわかった。

今後の問題点としては、

- (1) 全漁期間を通して、日平均 CPUE の安定が何に支えられているか。
- (2) 日平均 CPUE の分布に周期的変動傾向が存在するか。
- (3) つぶ漁業は他の海域でも行われているので、漁船間の操業方法、漁具、CPUE の水準等の比較を行うことや東部ベーリング海を適当な階層に海区分けすることが必要となる。

文 献

- 土肥昭夫 1974: ヒトデ (genus *Astropecten* の摂餌生態 (予報)), 1. キサゴ *Umbohium costatum* (KIENER) のヒトデに対する逃避行動, ベントス研連誌, 7/8, 31-42.
- 北洋水産株式会社 1973: 第3次ベーリング海つぶ籠事業操業記録.
- 永井達樹 1974: 東部ベーリング海におけるつぶ漁業資源の研究-I, 遠洋水研報告, No. 10, 141-156.
- 永井達樹 1975: 東部ベーリング海におけるつぶ漁業資源の研究-II, 遠洋水研報告, No. 12, 137-143.
- 須田 明 1958: マグロ延縄操業の資料から魚群量を推定するところみ I, 南水研究報告, 105-126.
- スネデカー, コ克蘭 1972: 統計的方法 (第6版), 546 pp, 岩波書店, 東京.