

## 日本海におけるクロソイの集団構造

Populations of Rockfish, *Sebastes schlegeli*, In the Sea of Japan.杉山 秀樹<sup>\*</sup>・中嶋 正道<sup>\*\*</sup>・藤尾 芳久<sup>\*\*</sup><sup>\*</sup>(秋田県水産振興センター) <sup>\*\*</sup>(東北大学農学部)

## 1. はじめに

クロソイ *Sebastes schlegeli* はフサカサゴ科メバル属の卵胎生魚で、日本各地の沿岸に分布し、漁獲量は多くないものの、各地先での岩礁性魚類の一つとして重要視されている。また近年は、種苗生産に関する技術開発（秋田水試1978, 1979, 1980, 草刈・森1983等）を通じ種苗の量産が可能になり、養殖試験（佐々木1981, 中村・斉藤1984, 伊勢谷1985等）や標識放流試験（福島水試1984, 杉山1984, 酒井・永島・木曾1985等）が行われるようになり、増養殖対象種としても注目されてきている。

一方、本種の生理・生態に関する知見は、仔・稚魚期の形態（SASAKI1974, 星合1977）、秋田県における天然魚の成長（秋田水試1979）、交尾期の推定（中村1985）等があるが、特に、日本海ではクロソイ稚魚が流れ藻に付随して出現することが知られている（池原1977, 池原1982等）にもかかわらず、この意義についてはあまり論議されたことはなかった。

今回、男鹿半島沖における流れ藻付随稚魚の出現状況、大型魚の標識放流試験、アイソザイム分析による各地域集団の遺伝的変異性等に基づき、日本海におけるクロソイの集団構造について一つの仮説が得られたので報告する。

本文に入るに先立ち、重要な示唆と文献の入手について御配慮いただいた日本海区水産研究所池原宏二技官に感謝するとともに、調査に際し常に協力して下さった秋田県水産振興センター職員の皆様には謝意を表す。さらに標本の入手に際し協力して下さった各機関にお礼申しあげる。

## 2. 男鹿半島沖における流れ藻付随クロソイ稚魚の出現状況

流れ藻に関する調査は、国の委託による「男鹿周辺海域総合開発事業調査」（秋田県1986）の一環として行ったものである。

1983年及び1984年に行った調査範囲を図1に示す。流れ藻及びこれに付随する稚魚の採捕は、調査船で流れ藻に接近し、船上から大型のタモ網で直接すくいとして行った。採捕魚の一部は現場で固定するとともに、残りを生かして持ち帰り、全長を測定した後飼育を行った。

両年の調査を通じて得られた魚類を表1に示す。この海域に最も多く出現した稚魚はクロソイで、次いでウスメバル、ウマヅラハギ、メジナ等の順であった。この出現種及びその構成は、佐渡海域（池原1977）、能登海域（石川水試1978）ともよく一致しており、これらの魚種は日本海における流れ藻付随種として位置づけることができる。

1983年の流れ藻付随クロソイ稚魚の全長は、図2に示すとおり、モードは6月上旬20～35mm、6月下

表1 流れ藻出現種組成

個体数 (出現率%)

出現種	1983年			1984年						計
	6月7日	6月30日	7月11日	5月6日	7月11日	7月20日	7月23日	7月26日	8月2日	
魚卵										
サヨリ	1,000以上	1,000以上	100以上							
稚魚										
サヨリ		1 (0.3)			1 (0.2)	1 (0.2)				3 (0.1)
トビウオSP							7 (1.7)			7 (0.3)
イトヨ					1 (0.2)					1 (0.0)
ヨウジウオ		1 (0.3)	3 (0.6)		4 (0.7)	8 (2.0)				16 (0.7)
ブリ			1 (0.2)		42 (7.5)	5 (1.2)				48 (2.2)
メジナ					19 (3.4)	173 (43.1)			12 (8.4)	204 (9.5)
イシダイ							111 (27.7)		60 (42.0)	171 (8.0)
ギンボ					4 (0.7)					4 (0.2)
メバル		10 (2.8)	1 (0.2)							11 (0.5)
ウスメバル	134 (85.4)	53 (15.0)	116 (21.9)		34 (6.1)					337 (15.7)
クロソイ	15 (9.6)	267 (75.4)	383 (72.3)		330 (59.0)	5 (1.2)				1,000 (46.6)
キツネメバル		1 (0.3)								1 (0.0)
トコトメバル			1 (0.2)							1 (0.0)
クジメ	5 (3.2)	20 (5.6)	23 (4.3)		20 (3.6)				2 (1.4)	70 (3.3)
アイナメ	3 (1.9)									3 (0.1)
カワハギ			4 (0.8)		1 (0.2)	9 (2.2)			4 (2.8)	18 (0.8)
アミメハギ						1 (0.2)				1 (0.0)
ウマツラハギ					102 (18.2)	81 (20.2)			61 (42.7)	244 (11.4)
ゴマフグ		1 (0.3)								1 (0.0)
その他					1 (0.2)				4 (2.8)	5 (0.2)
計	157	354	532	0	559	401	0	0	143	2,116

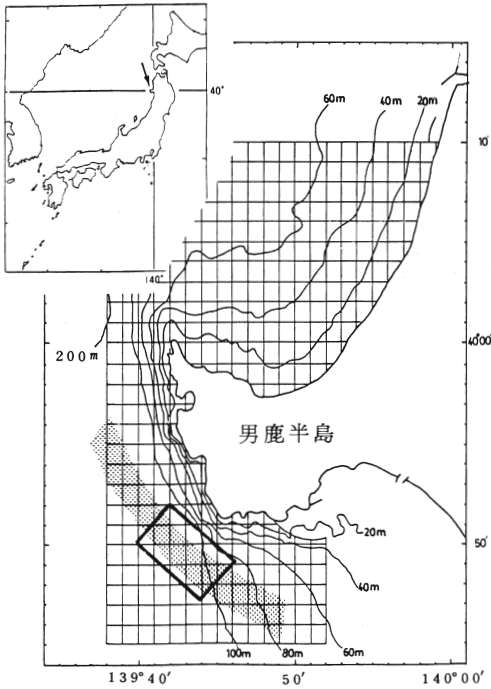


図1 男鹿半島における流れ藻出現範囲と調査範囲 (前者は点、後者は実線で囲っている範囲)

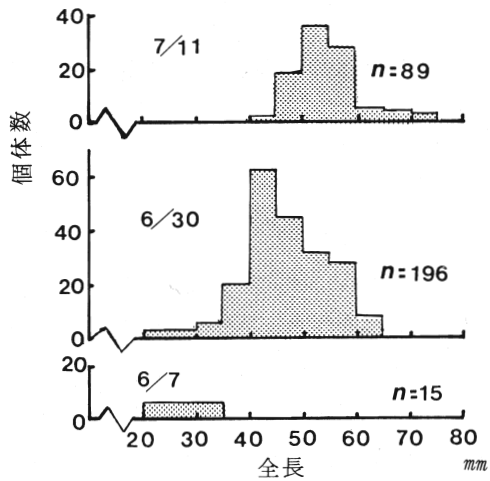


図2 流れ藻付随クロソイ稚魚の全長組成

旬40～45mm, 7月中旬50～55mmであり, 稚魚は20mm頃から流れ藻に付随し, 60mm前後から離脱していくと考えられる。また, モードの推移からは, 時期の経過とともに大型化していく傾向が認められ, 同一地点で付随したとすると流れ藻の移送速度の差を反映しているように見受けられるが, 各採捕時の集団の全長の変動幅が大きいことから, その起源が同一地点のものだけではない可能性もあると推察される。

一方, 人工種苗飼育におけるクロソイ仔稚期の成長は伊勢谷 (1985) によれば図3に示すとおりで, 30mmに達するには約40日間, 50mmでは60日間以上を要している。このことから, 6月下旬に男鹿半島沖に出現する流れ藻付随群の産仔期は, 4月上旬から5月中旬頃と推察され, この群は, 男鹿半島地先の産仔期である5月中旬から6月上旬と比べ, かなり早い時期に産仔されたものと考えられる。

また, 中村 (1985) はクロソイの生殖周期が水温と密接に関係していることを指摘しており, 池原(私信)が男鹿半島沖に出現する流れ藻の起源は佐渡・能登海域あるいはそれ以南であるとしていることと合わせ, これらの流れ藻付随稚魚は, 男鹿半島より南に生息する親魚集団に由来していると推察される。

さらに, 流れ藻は北上過程で流れ藻間の集合・分離あるいは消滅も考えられること (池原私信) から, 男鹿半島沖に出現する流れ藻付随稚魚には, 同時に採捕されるものであってもその個体間で成長に1ヵ月以上の差が認められるものと考えられる。

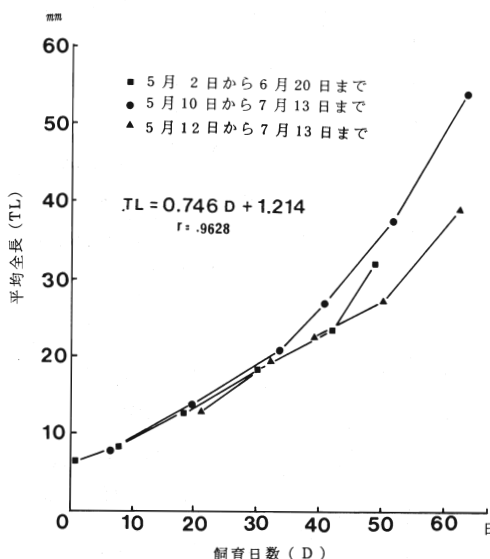


図3 クロソイ稚魚の飼育日数と成長 (伊勢谷1985 一部改変)

### 3. クロソイ大型魚の標識放流結果

秋田県では, 1981年からクロソイ人工種苗の放流・追跡調査を行っており, 現在までに約100,000尾の標識放流を実施してきた。その追跡調査から, 0+個体を放流した場合とそれ以上の大型個体を放流した場合とでは再捕状況が大きく異なる結果を得ている (杉山1984, 秋田県1984, 1985)。

全長10cm前後の0+個体を放流した場合, 再捕は放流後3年間続き, その再捕率は0.1～4%と大きく変動するものの, 再捕魚のほぼ90%以上が放流地点から30km以内で再捕され, 放流地点周辺での強い定着性が認められる。

一方, 全長20～30cmの大型魚を放流した場合, 再捕期間は3年程度であるが, 再捕率は4～17%と非常に高く, また大きく移動する個体が出現する。この1例を図4～5に示す。1983年4月に放流したこの群の全長は $233.7 \pm 12.4$ mmで, 703尾を放流し16.5%にあたる116尾が再捕された。このうち, 66%が放流地点から10km以内で再捕されているものの, 12%が100km以上移動しており, 特に, 放流初期に大きく移動する個体が見られ, 大きく移動するものの多くは南下であることが注目される。

また, 池原・大久保 (1980) が新潟県地先で行った天然魚の標識放流試験においても, 一部に石川県

や兵庫県まで大きく南下して再捕された個体が認められており、前述の結果と良く似た状況となっている。

なお、南下の移動経路については不明であるが、天然大型魚は水深100m前後まで生息していること、標識放流魚が水深80~100mの底びき網で再捕された例があること等から、その移動水深帯は水深20~30mの極沿岸部ではなく、それ以深であるものと推察される。

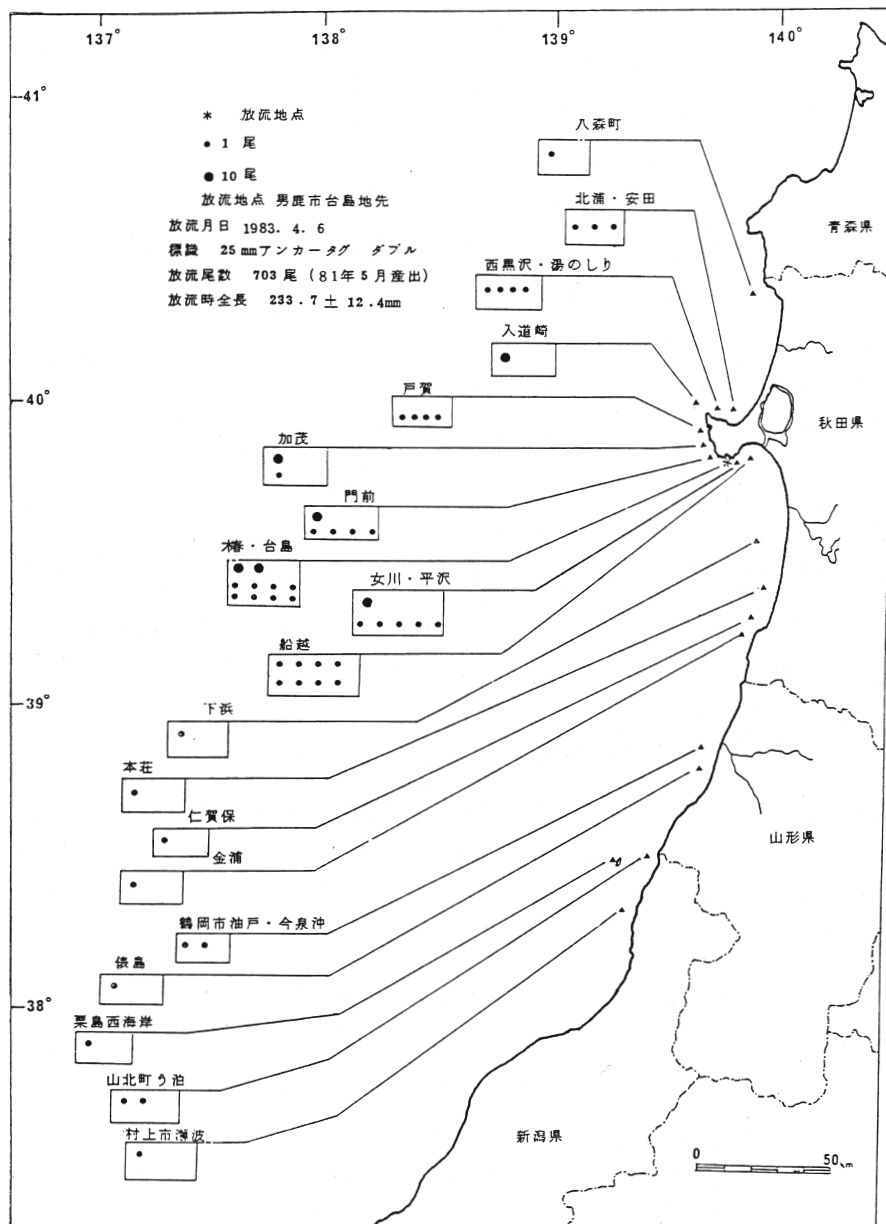


図4 放流魚の再捕地点

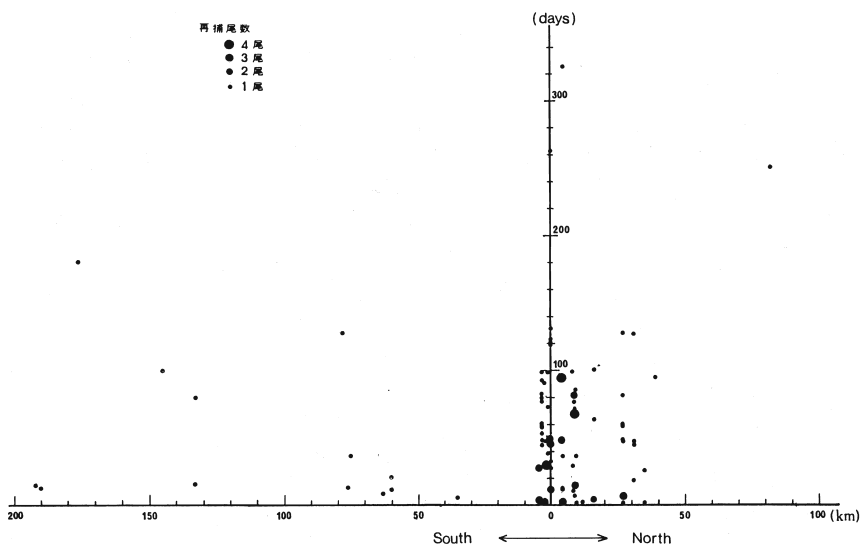


図5 放流魚の移動距離と経過日数

#### 4. クロソイ自然集団の遺伝的差異

1984年から1985年に、日本海各地先で漁獲された天然集団（地域集団）並びに、流れ藻付随稚魚を飼育したもの（流れ藻集団）をアイソザイム分析手法（藤尾1984）により、集団間の遺伝的差異について検討した。材料は、地域集団として青森県鯉ヶ沢町（青森84と呼称、以下同様）27尾、秋田県能代市（能代84）72尾、秋田県男鹿市船川（船川84）52尾、石川県能登島湾奥（能登85-1）24尾、石川県能登島湾中央（能登85-2）31尾の日本海沿岸の5集団206尾、及び流れ藻集団として1983年に男鹿半島沖で採捕し約1年間飼育したもの（秋田83）60尾、1984の同地点のもの（秋田84）47尾、山形県沖（山形84）50尾、新潟県佐渡島沖（佐渡84）50尾の4集団207尾を用いた。試料はドリップ法により、眼・肝臓・筋肉から抽出し、水平デンブゲル電気泳動により12酵素のアイソザイムを検出した。

その結果、12酵素を支配する27遺伝子座が推定された。変異が認められた12遺伝子座の対立遺伝子頻度を表2に示す。*Gpi-1* 遺伝子座は9集団すべてが多型を示し、*Mdh-2* 遺伝子座では7集団では変異遺伝子の頻度が低く、1集団のみで多型がみられた。10遺伝子座では頻度の低い変異遺伝子がみられ、残りの15遺伝子座はすべて単型であった。集団の遺伝的変異性を検討するために平均ヘテロ接合体率を表3に示す。流れ藻集団では、0.012~0.018、地域集団で0.016~0.022であった。これは同様の方法で秋田県、新潟県、岩手県、福島県の各人工種苗で行い得られた値の0.028~0.031（中嶋・杉山・藤尾1985）と比べて低いものとなっている。表4に示すとおり、流れ藻集団と地域集団の遺伝的距離は0.0001、流れ藻集団と地域集団を合わせた自然集団の遺伝的距離は $0.0001 \pm 0.0001$ と極めて小さい値を示した。この値は、シロサケ37河川集団で得られた値 $0.004 \pm 0.000$ （藤尾1985）に比べて小さかった。

表2 クロソイ自然集団において変異のみられた遺伝子座の対立遺伝子頻度

		流れ藻集団				地域集団				
		秋田83	秋田84	山形84	佐渡84	青森84	能代84	船川84	能登85-1	能登85-2
<i>Aat-1</i>	A	0	0	0	0.010	0	0	0	0	0
	B	1.000	1.000	1.000	0.990	1.000	1.000	1.00	1.000	1.000
<i>Aat-2</i>	A	0.992	1.000	1.000	0.990	0.981	1.000	1.00	1.000	1.000
	B	0.008	0	0	0.010	0.019	0	0	0	0
<i>Adh-2</i>	A	0.008	0.011	0	0	0	0.013	0	0.021	0
	B	0.992	0.989	0.990	1.000	1.000	0.987	1.000	0.979	1.000
	C	0	0	0.010	0	0	0	0	0	0
$\alpha$ <i>Gpd-1</i>	A	1.000	0.989	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	B	0	0.011	0	0	0	0	0	0	0
$\alpha$ <i>Gpd-2</i>	A	0.992	1.000	1.000	1.000	0.981	1.000	1.000	1.000	1.000
	B	0.008	0	0	0	0.019	0	0	0	0
<i>Gpi-1</i>	A	0.008	0.011	0	0	0	0	0	0	0
	B	0.875	0.776	0.850	0.850	0.827	0.853	0.817	0.875	0.823
	C	0.117	0.213	0.150	0.150	0.173	0.147	0.183	0.125	0.177
<i>Idh-2</i>	A	0	0	0	0	0	0	0.038	0	0
	B	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.962	1.000	1.000
<i>Ldh-1</i>	A	0.983	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	B	0.017	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ldh-3</i>	A	0.025	0.021	0	0	0.019	0.020	0.019	0	0.032
	B	0.975	0.979	1.000	1.000	0.981	0.980	0.981	1.000	0.968
<i>Mdh-2</i>	A	0.017	0.021	0.010	0.030	0.058	0.040	0	0.063	0.016
	B	0.983	0.979	0.990	0.970	0.942	0.960	1.000	0.937	0.984
6 <i>Pgd-1</i>	A	0.008	0	0	0.010	0	0	0	0.021	0.032
	B	0.992	0.989	0.990	0.990	1.000	0.980	1.000	0.979	0.968
	C	0	0.011	0.010	0	0	0.020	0	0	0
<i>Pgm</i>	A	0	0	0	0	0.040	0	0.010	0	0
	B	1.000	1.000	1.000	1.000	0.960	1.000	0.990	1.000	1.000

すべての集団で単型であった遺伝子座は

*Aat-3* *Adh-1* *Gpi-1* *Idh-1* *Ldh-2* *Mdh-1* *Mdh-3* *Me-1* *Me-2*  
*Odh-1* *Odh-2* *Odh-3* 6 *Pgd-2* *Sod-1* *Sod-2*

このように、隔離された中で何代か継代した人工集団より各地域集団の方が隔離の度合いが小さいこと、各地域集団の遺伝的分化がみられなかったこと、地域集団と流れ藻集団には遺伝的差異が認められなかったことから、クロソイの自然集団は遺伝的に均一な一つの集団とみなすことができると推察される。

表3 クロソイ自然集団における平均ヘテロ接合体率

秋田83	0.015
秋田84	0.018
山形84	0.012
佐渡84	0.014
流れ藻集団平均	0.015
青森84	0.022
能代84	0.016
船川84	0.016
能登85-1	0.016
能登85-2	0.017
地域集団平均	0.017
全体平均	0.016

表4 クロソイ自然集団で求めたNeiの遺伝的距離

	流れ藻集団				地域集団				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
流 (1)秋田83	0.001±0.0001				0.0001±0.0000				
れ (2)秋田84									
集 (3)山形84									
団 (4)佐渡84									
地 (5)青森84	0.0002	0.0002	0.0002	0.0001	0.0001±0.0000				
域 (6)能代84	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000					
集 (7)船川84	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001					
団 (8)能登85-1	0.0001	0.0004	0.0001	0.0000					
(9)能登85-2	0.0000	0.0002	0.0001	0.0001					

全体の平均遺伝的距離：0.0001±0.0001

## 5. 論 議

以上述べたとおり、流れ藻に付随して北上する稚魚が存在すること、地先魚には大きく南下移動する個体があると考えられること、地先集団間及びこれと流れ藻集団には遺伝的差異が認められなかったことから、日本海に生息するクロソイは稚魚期の一部の北上と成魚期の一部の南下による混合が常に行われているために、全体としては一つの集団とみなし得るとする仮説を出すことができる。このように遺伝子流動が常に行われた場合には、地先集団の遺伝的分化は起こりにくいことになる。

また、クロソイの生態として、0+から2+くらいまでは水深20m以浅の岩礁帯や消波堤の周辺で周年認められるが、成長とともに水深100m前後までの深所へ移行し、産仔可能な雌個体だけが産仔期の近づく4月上旬頃から再び水深20~30mまで接岸する。このような成長及び成熟とともに場所の移動は、種内における餌をめぐる競争を小さくするとともに、沿岸から沖合へ出て行く流れ藻を仔・稚魚が利用し易いように機能していると推察される。

また、クロソイは卵胎生でありながら、産仔数が全長40cmで110,000尾、50cmで270,000尾(秋田県1978)と非常に多いことは、流れ藻とともに広範囲に分散して行く過程での減耗を補償するものであると推察される。

なお、流れ藻集団の存在は、移動範囲の狭い地先再生産群の存在を否定するものではなく、水口(1978)が指摘しているように、回遊群と地先集団の両者が互いに緩い関係で結ばれており、全体として一つの種を維持している例として捉えることができるものと考えられる。

これらのことから、集団構造と生態的適応機能が、クロソイという種の再生産・維持を保障してきたものと考えられる。

## 6. 文 献

- 秋田県水産試験場 (1978) 昭和52年度指定調査研究総合助成事業報告書 種苗生産 クロソイ：15pp
- 秋田県水産試験場 (1979) 昭和53年度指定調査研究総合助成事業報告書 クロソイ種苗生産：15pp
- 秋田県水産試験場 (1980) 昭和54年度指定調査研究総合助成事業報告書 クロソイ種苗生産：17pp
- 秋田県 (1984) 昭和58年度電源立地地域温排水対策事業調査報告書：107pp
- 秋田県 (1985) 昭和59年度電源立地地域温排水対策事業調査報告書：70pp
- 秋田県 (1986) 男鹿周辺海域総合開発事業調査報告書：印刷中
- 藤尾 芳久 (1984) アイソザイム分析手法による魚介類の遺伝的特性の解明に関する研究，昭和58年度農林水産業特別試験研究費補助金による研究報告書：65pp
- 藤尾 芳久 (1985) 生物集団の育種管理 第5回基礎育種学シンポジウム1984：27-37
- 福島県水産試験場 (1984) クロソイ・イシガレイ，昭和58年度放流技術開発事業報告書：4-38
- 星合 愿一 (1977) クロソイ仔稚魚について，魚類学雑誌，24(1)：35-42
- 池原 宏二 (1977) 佐渡海峡水域の流れ藻に付随する魚卵・稚魚，日水研報28：17-28
- 池原 宏二 (1982) 流れ藻・海洋生物資源の生産能力と海洋環境に関する研究 昭和57年度第1回北陸地域検討委員会議事要録 日水研：5-8
- 池原 宏二・大久保久直 (1980) クロソイの標識放流，日水研連絡ニュースNo313：7
- 伊勢谷修弘 (1985) クロソイ養殖技術開発試験，昭和58年度秋田県栽培漁業センター事業報告書：55-68
- 石川県水産試験場 (1978) 昭和52年度指定調査研究総合助成事業 流れ藻に付随するメバル類の種苗化試験報告書，石川水試資料 (94)：33pp
- 草刈 宗晴・森 泰雄 (1983) 魚類種苗培養技術開発試験 クロソイ 昭和57年度北海道立栽培漁業総合センター事業報告書：35-41
- 水口 憲哉 (1978) 房総沿岸におけるイセエビの移動に関する試論，ベントス研連誌15/16：67-72
- 中嶋正道・杉山秀樹・藤尾芳久 (1985) 昭和60年度春季水産学会講演要旨集：105
- 中村 彰男 (1985) 秋田県における養成クロソイの成熟過程，日本海ブロック試験研究集録 (6)：1-10，日水研
- 中村 彰男・斉藤 寿 (1984) クロソイ養殖技術開発試験，昭和57年度秋田県栽培漁業センター事業報告書：64-79
- 酒井敬一・永島宏・木曾克裕 (1985) 松島湾に放流したクロソイの成長と移動，東北水研報，(47)：21-32
- SASAKI, Toru (1974) On the Larvae of Three Species of Rock fish (Genus: *Sebastes*) in Hokkaido. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.25(3)：169-173
- 佐々木 攻 (1981) クロソイの養殖，養殖：90-95，緑書房，東京
- 杉山 秀樹 (1984) 秋田県におけるクロソイ標識放流試験，第11回日本海ブロック増養殖研究推進連絡会議議事要録：13-19，日水研