カキ種苗生産場における生態学的研究—III.

仙台湾北部海域における幼生の出現*

小金沢昭光・石田 信正

(1972 年 9 月 16 日受理)

Ecological Studies at a Seed Oyster Production Area—III.

Distribution of Oyster Larvae in the Northern
Area of Sendai Bay

Akimitsu KOGANEZAWA** and Nobumasa ISHIDA***

The bays located in the northern area of Sendai Bay are better known for their largest production of oyster seed (*Crassostrea gigas*) in Japan.

In the present paper the authors report results of investigations carried out on the dispersion and accumulation of planktonic oyster larvae together with hydrographic conditions that prevailed from 1962 to 1970 in the northern area of Sendai Bay.

1. The northern area of the Bay can be divided into three sectors in respect to the influence of (1) fresh water (2) oceanic sea water and (3) mixed waters of the two.

2. During the period of survey oyster larvae were distributed in the main spawning regions of the northern area of the Bay and also dispersed off-shore. Oyster larvae abundance appeared especially decreased in the area influenced by oceanic sea water.

3. The most abundant appearance of larvae occurred when water temperature and specific gravity reached 25-27°C and $\sigma_{15}=22.00-25.00$ respectively.

4. Environmental factors influencing the dispersion and accumulation of larvae are affected by drifting currents, coastal currents, fresh water, and tidal currents.

5. The dispersion and accumulation of the planktonic oyster larvae in the northern area of the Bay are influenced by the interaction of meteorologic and hydrographic conditions.

Considering the conditions that have been mentioned above, we have concluded as follows; it is important for the seed oyster production industry to establish predicting techniques for oyster seed collection and to plan for the exploitation of the off-shore regions of Sendai Bay.

著者らはカキ種苗の生産機構の解明について研究を進めているが、すでに第1報¹⁾において産卵母貝群の性状、役割りについて、また第2報²⁾では産卵生態について述べ、カキ種苗生産の基本となる産卵要因について明らかにした。

産卵後のカキ幼生は約2-3週間の浮游期を経て付着にいたる。この間の幼生生態については多くの研究がある³⁻⁵⁾****。しかし、これらの研究は内湾の閉鎖的環境下のものであり、開放的環境下における研究としては菊地ら⁶⁾、小金沢ら[†]が仙台湾でカキ幼生について行なつた報告があるにすぎない。

筆者らは1962年から1970年にわたり、仙台湾北部海域で実施したカキ幼生浮游状況および環境調査の

* 本研究は「マガキの種苗生産に関する生態学的研究」の一部である。

** 日本海区水産研究所 (Japan Sea Reg. Fish. Res. Lab., Niigata, Japan)

*** 宮城県水産試験場 (Fish. Exp. St., Miyagi Pref., Nagahama, Ishinomaki, Japan)

**** 水産増殖シンポジウム要録 14-27 (1958)

† 昭和39年度日本水産学会年會にて報告。

結果⁷⁻¹⁵⁾を基に、この海域での幼生分布、移動、集積等によぼす基本的な支配要因について検討し、二、三の知見を得たので報告する。

調査地の概況と調査方法

仙台湾は牡鹿半島東部金華山と福島県松川浦を結ぶ開放型の外湾で、北部に万石浦、荻浜湾、大原湾等を含む石巻湾、中部には松島湾、また南部には鳥の海、松川浦が位置し、これらの内湾が我国最大のカキ種苗生産場を形成している。

本調査は 1962 年から 1970 年までの 9 年間、毎年 7 月上旬から 9 月上旬までのカキ種苗生産期にあつて、Fig. 1 に示す牡鹿半島南岸部 17 点 (A-Q)、仙台湾北部海域 15 点 (1-15) では週 2 回、また仙台湾外縁部 12 点 (①-⑫) では産卵前期から付着期幼生出現期にわたつて 6 回の調査を原則として行なつた。

調査項目は、環境要因として水温、比重、透明度、風向、風力、天候等の気象、海況一般について行ない、このうち水温、比重は 0, 2, 5, 10 m の各層について観測した。

また 1963 年 9 月 6 日から 7 日にかけて、牡鹿半島の沿岸部に位置する月の浦 (調査点 I) と沖合部に位置する田代島とで、25 時間にわたつて 0, 2, 5 m の各層における幼生出現状況および環境条件を佐藤ら¹⁶⁾のポンプ採集法で、さらに 1966 年 8 月 18 日から 19 日には、万石浦湾内 (調査点 Q) および湾口部

Fig. 1. Map showing topography and survey station in Sendai Bay.

Note; 1-15, Showing station in the northern Sendai Bay.

①-⑫, Showing station in off shore of Sendai Bay.

A-Q, Showing station along the coast of Ojika Peninsula.

尾崎（調査点 N）の二点で 25 時間の潮間観測を行なった。

以上の幼生採集法、計数法等については前報²⁾と同様である。なお以上の調査のほか、海況については漁海況速報^{17,18)}を、また気象については石巻測候所の資料をもちいた。

結果および考察

仙台湾北部海域の一般的海況および幼生分布について

1. 海況 1962 年から 1970 年までの一般的な環境要因（水温、比重、透明度）について Fig. 2 に示した。

すなわちカキ種苗生産期における仙台湾北部海域の海況の基本型は、比重、透明度は St. 5 の鳴瀬川口を

Fig. 2. Horizontal distribution of the mean hydrographic conditions and distribution of oyster larvae during from 1962 to 1970 in the northern Sendai Bay.

Table 1. Highest and lowest temperature, specific gravity and transparency at seed oyster catching period in the northern Sendai Bay.

	Depth (m)	Max. value	Station	Date	Min. value	Station	Date
Water temperature	0	29.5	3	Aug. 20, '65	15.4	13, 14	Jul. 10, '69
	2	28.5 (°C)	3	Aug. 20, '65	15.2 (°C)	12	Jul. 10, '69
	5	27.9	3	Jul. 27, '67	15.2	12	Jul. 10, '69
Specific gravity	0	27.53	13	Aug. 7, '67	12.79	2	Jul. 18, '66
	2	27.55 (σ_{15})	14	Aug. 7, '67	14.20 (σ_{15})	3	Jul. 31, '69
	5	27.70	12	Aug. 7, '63	18.58	5	Aug. 11, '69
Transparency (m)		17.8	12	Aug. 12, '63	0.9	3	Sept. 4, '64

中心に低く、牡鹿半島東部田代島を中心に高く、水温はその反対の分布を示している。またこの期間中観測されたこれら環境要因の最大、最小値等は Table 1 にみられるように、水温の場合最大値は St. 3, 4 の石巻湾北西部において、最小値は St. 12-14 と石巻湾南東部で観測され、比重は水温と反対の傾向を示している。

次に水深別に各調査点毎の平均比重と、それに対する標準偏差の関係を示したのが Fig. 3 である。Fig. 3 にみられるとおり、各調査点はその環境特性からみて次のように大別される。すなわち、1) 0, 2, 5 m 層とも比重 (σ_{15}) が 24 以上を示す調査点 (St. 12, 13), 2) 0 m 層比重が低く、その標準偏差がほぼ 3 を示す調査点 (St. 2-6), 3) 1), 2) 以外の調査点の三群である。これらと Fig. 2, Table 1 とに示した結果とをあわせて仙台湾北部海域の環境特性を類型化すると A: 石巻湾北西部に位置する St. 2-6 の陸水影響域 B: 石巻湾南東部田代島を中心とした St. 11-14 の外海水影響域 C: 松島湾口周辺部および石巻湾中央部に位置する St. 7-11 および 15 の混合域の三域に区分することができる。

2. 幼生分布 仙台湾北部海域に幼生が出現する時期は年により異なるが、出現初期は必ず松島湾口部で検出され、その時期は7月上旬から中旬にみられる。これは第一に第1報¹⁾で報告したように本海域の産卵漁場の特性による産卵母貝の熟度、産卵時期の差、漁場特性によるものであり、第二に松島湾内の早期大量産卵母貝群から産出された幼生が気象条件、特に吹送流と潮汐流の影響を受け、松島湾口部に移動することによつて形成されるといえる(菊地¹³⁾)。その後これらの幼生は次第に浮游量、分布域を拡大する。THORSON¹⁹⁾

Fig. 3. Relation between specific gravity and standard deviation at each survey station in the northern Sendai Bay.

Note; Number means survey station.

Table 2. Relation between water temperature and specific gravity at the mass appearance of oyster larvae in the northern Sendai Bay.

Water temperature (°C)	Specific gravity (σ_{15})											Frequency	Larvae size
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27		
22				1				2				8	less than 100 μ
23							1					3	
24	1					1			1			8	
25		1			1		1		2			17	
26			1			2	3		2			22	
27			1			2	4		1			25	
28				1	2							14	
29					1							3	
Frequency	3	3	6	6	11	8	19	28	17			(%)	
22				1				1				3	101-150 μ
23								4	2			7	
24					1		2					4	
25	2				1	2	1	6	5			17	
26		1		2	5	2	11	4	3			24	
27			1	2	2	6	4					28	
28			1	2	2		2					11	
29			1	1	1							3	
Frequency	3	1	4	7	12	10	12	35	16			(%)	
22								3		1		1	151-200 μ
23										3		7	
24				1		2	1	4				9	
25							5	7		1		15	
26					2	2	8	3	1			19	
27	1	1	1	4	4	1	3	8	2	2		22	
28			1				4	4	1	1	1	24	
29			1					1				2	
Frequency	1	1	3	6	11	6	7	32	23	10	1	(%)	
22								2		1		10	201-250 μ
23							1	2				13	
24							2	1				13	
25						1		1	4			17	
26								2	2			17	
27	1			1		1		2	2	1		27	
28					1			2	2			3	
29													
Frequency	3			3	3	3	10	37	33	7		(%)	
22								1		1		5	more than 251 μ
23												7	
24				1			2	1	1			12	
25								1	3		1	12	
26		1			2		2	3	1	1		26	
27		1	2	2	3	1			2	1		26	
28				1	1		1	1	2			14	
29													
Frequency		7	5	7	16	2	12	19	23	9	2	(%)	

Note; The number means the number of time that the oyster larvae appear.

も二枚貝幼生が産卵場から遠く沖合部まで分布することを指摘しているが、仙台湾北部海域でのカキ幼生は産卵場から 75 km 沖合部まで分布することが、本調査をとおして明らかにされた⁷⁻¹⁵⁾。また 7 月下旬には、万石浦を中心に牡鹿半島湾奥部に産卵直後の幼生が増加し、前記幼生とともに分散、移動、集積をくり返し付着期に達するのが一般型といえる⁷⁻¹⁵⁾。

全調査期間の平均幼生分布状況を Fig. 2 に示したが、幼生浮游量は当海域の主要産卵場である松島湾口部および万石浦湾口部を中心に密度が高く、仙台湾北部海域の中央部で分布量は減少し、特に田代島南部で少なくなっている。この分布状況は、すでに菊地ら⁶⁾が当海域での幼生は産卵場を中心に分布し、その密度は沖に向つて拡散されていることを指摘した結果と同様である。しかし、全期間を通してみた場合、このような分布状況は幼生の出現初期またはその後の産卵群の増加時にみられることが多く、菊地ら⁶⁾が指摘した結果は分布状況の連続的な変化の一断面といえよう⁷⁻¹⁵⁾。

すでに第 2 報²⁾で松島湾における幼生群の大量出現時の環境について述べたが、これに対し、仙台湾北部海域での幼生群の大量出現時の環境を示したのが Table 2 である。大量出現時の基準は第 2 報と同じく、幼生を殻長毎に 5 区に分け、100 l 当りの出現数を次のように設定した。すなわち、100 μ 以下の小型前期幼生と 101-150 μ の小型後期幼生の場合には 500 個体以上、151-200 μ の中型前期幼生の場合は 200 個体以上、201-250 μ の中型後期幼生の場合は 100 個体以上、251 μ 以上の大型幼生の場合は 500 個体以上を大量出現の基準とした。

この大量出現と環境条件との関係は松島湾の場合、水温 27-28°C、比重 $\sigma_{15} = 20.00-23.00$ としている²⁾。これに対して仙台湾北部海域では Table 2 に示すように、水温 25-27°C、比重 $\sigma_{15} = 22.00-25.00$ が幼生の大量出現時の環境条件といえる。このことは松島湾が閉鎖型の内湾性状であるのに対し、仙台湾北部海域が開放型の外湾性状であることに起因するものと考えられる。

以上 8 年間の調査結果から仙台湾北部海域の環境、幼生分布状況の一般型を示したが、次にこれらが大きく変化した事例を示し、幼生分布に影響を与える要因の組合せについて経時的に検討する。

1962 年から 1970 年のカキ幼生出現におよぼした主なる支配要因

1. 吹送流の影響について

1963 年 8 月 9 日-8 月 12 日

Fig. 4 に環境、幼生分布状況について示した。8 月 9 日の海況は透明度、比重ともに田代島を中心に牡鹿半島側に高く、石巻湾北西部に低く現われ、水温は松島湾口部が高く、石巻湾口中央東部を中心として特に 5 m 層で低くなっている。また幼生数は万石浦湾口部を中心に多く、田代島南部で減少している。一方、牡鹿半島沿岸部各湾の水温は 25-26°C 台、幼生数は 150-400 ケ/100 l の状況を示している⁸⁾。

次に 8 月 12 日の海況をみると透明度は田代島を中心に高く、比重は全般に牡鹿半島沿いに高く、松島湾口部で低く現われている。水温は西部で 24°C 台を示すが東部は 22°C 台と低い。幼生分布も牡鹿半島側で著しく減少し、松島湾口周辺部に高密度で分布している。一方、牡鹿半島沿岸部各湾の平均水温は 22-23°C 台に低下し、幼生数も 1-2 ケ/100 l と急激に減少した⁸⁾。なお、この期間の気象条件の特徴は平均風速 2.8 m、最大風速 7.6 m の北東風の連吹であつた。また同時期の仙台湾周辺部の海況は Fig. 5 に示した漁海況速報¹⁷⁾によると、仙台湾北部海域に直接影響を与える強い沿岸流は認められていない。

これらのことから 8 月 9 日、万石浦湾口部を中心に分布していた幼生群は、10 日以降連吹した北東風による吹送流によつて牡鹿半島東部から沿岸沿いに石巻湾に流入した湾外水の影響を受け、幼生分布の中心が松島湾口部に移り、その結果牡鹿半島側では幼生が全く認められない海況下におかれたと考えられる。

その後石巻湾では幼生がほとんど認められなかつたが、8 月 20 日を中心に松島湾および万石浦で産卵がみられた。

1963 年 8 月 22 日-8 月 26 日

環境、幼生分布状況については Fig. 6 に示した。このうち、幼生については Fig. 4 で示した幼生群と、新に産卵された幼生群とを区別するため、幼生成長段階に応じ殻長 200 μ 以下の幼生と 200 μ 以上の幼生

Fig. 4. Meteorological and hydrographic conditions and distribution of larvae in the northern Sendai Bay.

Fig. 5. Horizontal distribution of water temperature at the surface off the Sanriku coast of Japan (from Gyokaikyo Sokuho).

Fig. 6. Meteorological and hydrographic conditions and distribution of larvae in Sendai Bay.

に分けて示した。

すなわち、8月22日の海況は透明度でみると牡鹿半島を除く仙台湾沿岸部に低く、沖合にいくに従い高い。水温の場合、阿武隈川口と田代島を結ぶ線より沿岸部で 25°C 台を示し、比重は阿武隈川流入部が低くなっている。また 200μ 以上の幼生の分布の中心は、松島湾口南東部と名取川口東部にあり、仙台湾北部および沖合部で減少している。一方、 200μ 以下の幼生は松島湾口および万石浦を中心に多く、沖合部で減少している。

次に8月26日の海況は透明度が8月22日の調査時と比べて全般に沿岸部で高く、沖合部で低くなっている。水温は全般に 1°C 上昇し、比重は鳴瀬川口を除いて全般に高くなっている。幼生分布は 200μ 以上、 200μ 以下の両幼生群ともその中心は万石浦から荻浜湾にあり、沖合部で減少している。なお、この間

Fig. 7. Hydrographic conditions and distribution of larvae in the northern Sendai Bay.

の気象条件は 8 月 19 日以後南-南東の風が連吹し、この期間の仙台湾周辺部の海況を Fig. 5 で示した漁海況速報¹⁷⁾でみると、8 月 21-30 日には仙台湾周辺部の海況には大きな変化は認められていない。

これらのことから、8 月 22 日松島湾口部と関上沖に分布していた 200μ 以上の幼生群の多量浮游水塊は、南-南東風の連吹による吹送流で万石浦を中心とした石巻湾北部海域に移動したものと考えられる。

以上 1963 年 8 月 9 日-12 日および 8 月 22 日-26 日の調査結果、および仙台湾周辺部の経時的な変化から海況、幼生分布の移動について述べたが、北東風の連吹は牡鹿半島東部から石巻湾への湾外水の流入をもたらし、幼生の仙台湾北部海域からの移動に、また南風の連吹は沿岸水の仙台湾北部海域への移動、集積に關与する要因となつていることを示したものと見える。

2. 沿岸流の影響について

1970 年 7 月 23 日-7 月 27 日

7 月 23 日の比重は透明度にみられる傾向と同様に、田代島南部および松島湾口部で高く、幼生の分布は万石浦湾口部を中心として全般的には透明度 7 m 以下の水帯に多く認められている。

7 月 27 日は透明度、比重とも田代島を中心に牡鹿半島側に高く、北西部では低くなつている。水温は透明度、比重とは逆に現われているが、その分布はほぼ同じ型を示している。また幼生分布は透明度が 3 m 以下の水帯および万石浦湾口部に多く、その他の水帯で少なくなつている。

なお、この期間の気象条件は南東-南南東の風の連吹である。

July 18, '66

Specific gravity (σ_t) at the surface

Transparency (m)

Fig. 8. Horizontal distribution of transparency and specific gravity in the northern Sendai Bay.

Fig. 9. Vertical appearance of larvae and hydrographic conditions for 25 hours from 6th to 7th September, 1963 in Tashiro Island.

Note; —, Water temperature.

---, Specific gravity.

•, Surface. ×, 2 m in depth. △, 5 m in depth.

同時期における仙台湾周辺部の海況を Fig. 5 に示したが、漁海況速報¹⁸⁾から7月21日-25日に三陸沿岸部に南下した親潮接岸分岐が26日-31日にはさらに南下し、一方黒潮接岸分岐は舌状に仙台湾南部に向い、両分岐が金華山南部で直接相接していることがわかる。この影響を受けて一部の湾外水は牡鹿半島東部から沿岸沿いに流入し、このため50ヶ/100lの幼生浮游水塊は、万石浦から松島湾口部に至る沿岸部に接岸したものと推測される。

以上、仙台湾周辺部の沿岸流が、仙台湾北部海域の環境および幼生分布状況を支配する要因となることを明らかにした。従来、牡鹿半島沿岸部で東部から半島沿いの流れは「入り潮」、また松島湾口部から牡鹿半島沿いに東部への流れは「出し潮」と呼ばれているが、この二つの流れは仙台湾北部海域における基本的な沿岸流といえよう。この沿岸流は沖合部で幼生の移動、分散に、また沿岸部では幼生の移動、集積に働く要因であり、沿岸流に伴った渦流の生じやすい牡鹿半島各湾では集積が顕著にみられる⁷⁻¹⁵⁾。

Fig. 10. Vertical appearance of larvae and hydrographic conditions for 25 hours from 6th to 7th September, 1963 in Tsukinoura Bay.

Note; —, Water temperature.

---, Specific gravity.

•, Surface. ×, 2 m in depth. △, 5 m in depth.

3. 陸水の影響について

1966 年 7 月 18 日

7 月 16, 17 日の両日で石巻市の降雨量は 39.7 mm に達し、また北上川流域の宮城県北部から岩手県では 15 日および 17 日に降雨量がかなり多く記録された。このため北上川からの濁水が石巻湾に流入し、透明度、比重とも Fig. 8 に示したとおり、北上川口から石巻湾口中央部に向つて極めて低く現われ、降雨による陸水で仙台湾北部海域の湾内水は完全に二分されたことが示された。

一方、幼生分布については、1966 年の産卵は例年に比べ遅れ、7 月 13 日の調査時には仙台湾北部海域の全調査点を合せても 28 ケが検出されたにすぎず、7 月 18 日の陸水が幼生分布にどのような影響を与えたかについては検討することができなかつたが、例年仙台湾北部海域への小規模な陸水の流入は、7 月下旬までの梅雨期を中心に数多くみられ、これらは河口周辺部における幼生の分散に影響を与えている⁷⁻¹⁵⁾。

このことから北上川、鳴瀬川という大河川が流入する当海域では、カキ種苗生産期が丁度梅雨期、台風時に重なるために、幼生の分散要因として陸水流入が大きな影響を及ぼしているものと考えられる。

4. 潮流流の影響について

1963 年 9 月 6 日-9 月 7 日

1963 年 9 月 6 日 14 時から 9 月 7 日 15 時までの 25 時間、牡鹿半島萩浜湾に位置する月の浦と沖合部に位置する田代島南西部の二点で、1 時間毎に幼生出現状況および水温、比重の一般海況を 0 m, 2 m, 5 m の水深別に調査し、その結果を経時別に潮位の変化と合せて Fig. 9, Fig. 10 に示した。

Fig. 9 の月の浦の場合、水温の日変化は 4-6 時を最低に 14 時前後を最高とする周期的変化を示し、水温の日較差は 0 m, 2 m 層で顕著である。比重の場合、各層の増減傾向はほぼ一致しているが、その変動は大きく現われ、水温とともに、いわゆる逆転現象が多く認められている。

幼生出現状況と潮汐周期との関係を見ると、幼生の出現量は 0 m, 2 m 層では上潮時に増加し、極大値は最高潮時のほぼ 2 時間前に現われ、その後減少しほぼ最低潮時に極小値を示している。しかし、5 m 層ではこの関係は認められない。

次に Fig. 10 で沖合部の田代島での経時変化をみると、水温の日変化はほぼ月の浦と同傾向を示すが、夜間を中心に特に水温逆転現象が顕著にみられている。比重は月の浦と比べ短時間内の大きな変動、逆転現象は少ない。

幼生出現状況は、各層とも出現傾向はほぼ同一で、幼生の出現量と潮汐周期との関係については相関が認められない。また層別の幼生出現数をみると 2 m 層と 5 m 層はほぼ同一数を示すが、0 m 層はこれら二層と比べ約 2-3 倍の出現数を示している。

これらのことから沿岸部と沖合部を比較すると、環境面では沖合部の場合夜間を中心に水温の逆転現象が認められる以外は、比重の変化とともに安定した環境を示している。一方、沿岸部では水温、比重の逆転現象が多く、不安定な環境を示すが、これは沿岸部の湾形状からくる水塊の攪拌に影響されたものと考えられる。

次に幼生出現状況をみると、沿岸部では幼生数は上げ潮時に増加し、下げ潮時には減少しているが、沖合部では潮汐周期との関係はみられていない。また水深別にみると沿岸部では水深の増加に従つて幼生数が減少し、特に表層と 2 m 層においてその傾向が著しい。これに対し沖合部では表層と比べ 2 m 層、5 m 層で幼生数は減少するが、その幼生数は 2 m 層と 5 m 層でほぼ同一量を示し、幼生の層別の増減傾向が全層とも同一傾向を示している。

これらのことから沖合部では沿岸部より幼生浮游層の巾が大きく、また幼生出現量は通過した水塊の幼生密度にのみ支配されるのに対し、沿岸部では表層部が他の層と比べて特に上げ潮時に幼生数が増加し、下げ潮時に減少するといえよう。このことは上げ潮時には表層水の収斂が顕著で、これにより幼生が集積し、下げ潮時には表層水の移動が他の層と比べて早く、これに伴つて下層水が上昇し幼生が拡散する結果によるものと考えられる。

Fig. 11. Appearance of larvae and its relation between tidal cycle for 25 hours from 18th to 19th August, 1966 in Mangoku-Ura Inlet and Osaki.

Note; —, Water temperature.

---, Specific gravity.

■, •, Mangoku-Ura Inlet. □, ○, Osaki.

1966年8月18日-8月19日

本調査は水道部を狭んで、調査点を万石浦湾内(Q)と湾口部に位置する尾崎沖(N)にとり、8月18日13時より25時間にわたり、1時間ごとに幼生出現状況および水温、比重について観測した。その結果はFig. 11に示した。

水温、比重は両調査点とも18日24時を中心とした低潮時に極小値を示し、19日12時からの上げ潮時に極大値を示している。水温の日変化は万石浦湾内では気温の日較差の影響を受け、変化の巾が大きい、比重は二点においてはほぼ同一傾向で経過している。

一方、幼生出現状況と潮汐との関係では、満潮時を中心に出現量は多く、特に 18 日の満潮時には両調査点とも最多出現量を示した。また二点での出現量は、18 時を中心とした満潮時の場合、尾崎では 18 日 14 時から最低潮時の 24 時までの 11 時間にわたり最高潮時を中心に多量の幼生が検出された。

一方、この間の万石浦湾内の状況は最満潮時に幼生数は多量に認められているが、その後の下げ潮時に急激に減少している。この幼生数の増減傾向は前述の月の浦に見られた結果と同様である。しかし、万石浦湾口部尾崎に高密度幼生群が長時間分布していたにもかかわらず、万石浦への高密度幼生の集積が認められなかったことは、この水塊が移動し始めた時にはすでに万石浦が最満潮時に達していたためによるものであろう。

以上、1963 年および 1965 年の 2 回にわたる潮間観測の結果、カキ幼生の出現量と潮汐との関係は、内湾部では上げ潮にともない増加し、下げ潮にともなつて減少するのが一般的な傾向といえよう。しかし、外洋部においては、水塊の移動に支配されてこの傾向は明らかでない。潮汐と幼生の出現との関係は、沖合部の幼生浮游水塊の移動と地形条件との組合せによつて内湾部への幼生の集積に大きく関与していることが考えられる。この傾向は最干潮時に湾口部に幼生の浮游水塊が接岸し、上げ潮時に湾内への幼生の移動がみられる場合に特に顕著である。

このことから、潮汐流は沿岸部における幼生の集積と、沖合部に分布する幼生の湾内への移動に大きな役割を果たしていることは明らかであろう。

以上の結果から、仙台湾北部海域における幼生分布に影響を与える要因として、1) 吹送流、2) 沿岸流、3) 陸水の流入、4) 潮汐流をあげることができる。しかし、これらの要因は仙台湾の地形が開放型であるため、幼生分布に対してそれぞれ単一に影響を与えることは少なく、これらが複雑に作用し合つて現われてくるのが一般的といえる。すなわち、各調査年度別に幼生の分布に直接影響を与えた要因をみても、典型的な年度として 38 年度の吹送流、44 年度の沿岸流をあげ得る以外はすべて上記の要因の組合せのなかで幼生の分散、集積が行なわれている。

本報告では、仙台湾におけるカキ幼生の分散、移動、集積と環境条件との相互作用を明らかにした。従来のカキ幼生分布についての報告は、内湾域を対象としたものとどまつているが²¹⁻²³⁾、本報告で明らかになつた知見と第 1 報¹⁾、第 2 報²⁾の知見をもとに開放型である仙台湾におけるカキ種苗生産体系を構成する母貝—産卵—浮游幼生—付着までの各段階の生態機構の基本型がほぼ解明されたといえよう。

この知見は、今後採苗予報体制の整備と、小金沢²⁰⁾が指摘した外海域利用の採苗方式の導入を計ることによつて、国内、国外からの需要増に対応し得るカキ種苗生産の拡大安定化に寄与するものと思われる。

この基本型は他の外海性二枚貝の産卵から沈着までの生態機構にも通ずるものと思われ、従来の局地的調査知見から場を拡大した調査体系の必要性和その利用方策に二、三の問題点を指摘したものといえる。

稿を終るに当り、資料提供と討議に加わつていただいた。石巻測候所加藤吉男所長、調査を共にした宮城県水産試験場魚介類研究室の諸兄、同漁業部阿部藤蔵氏、調査船新隼丸甲谷強船長以下乗組員並びに石巻市万石浦漁業青年研究会に感謝します。

要 約

本研究は 1962 年から 1970 年まで仙台湾北部海域で実施したカキ幼生分布状況、海況調査を基に、浮游期幼生の分散、移動、集積に関与する要因について検討したものである。

1. 仙台湾北部海域はその環境条件から 1) 陸水影響域、2) 外海水影響域、3) 中間域の三域に類型化される。
2. 全調査期間の平均幼生分布は仙台湾北部海域での主要産卵場を中心に分布し、沖合部に分散し、特に外海水影響域で減少している。
3. 仙台湾北部海域における幼生の大量出現は水温 25-27°C、比重 (σ_{ts}) 22.00-25.00 の水塊で最も多い。
4. 幼生の分散、移動、集積に関与する要因として、1) 吹送流、2) 沿岸流、3) 陸水の流入、4) 潮汐流

をあげることができた。

5. 仙台湾北部海域での吹送流は、北寄りの風の場合は幼生の当海域からの移動に、また南寄りの風は幼生の当海域への移動、集積への要因となる。

6. 仙台湾周辺部の沿岸流は、仙台湾北部海域の沖合部においては幼生の移動、分散に、沿岸部においては幼生の移動、集積の要因となり、その沿岸流にともなつて渦流を生じやすい牡鹿半島各湾では幼生の集積が顕著である。

7. 仙台湾北部海域には北上川、鳴瀬川の二大河川が流入し、ここからの当海域への陸水の流入は幼生の分散の要因となる。

8. 潮汐周期と幼生出現量の間には、沿岸部においては上げ潮に伴い出現量は増加し、下げ潮に伴つて減少するが、沖合部ではこの傾向は認められない。

9. 湾奥部への幼生の移動、集積には潮汐流が重要な要因となる。

10. 仙台湾におけるカキ幼生の分散、移動、集積は環境条件（気象、海況）との相互作用のなかで規定されている。

11. 前述の知見を導入し、採苗予報体制、沖合利用方策を確立することにより、カキ種苗生産の安定を計ることができる。

文 献

- 1) 小金沢昭光・後藤邦雄： 本誌，38，1-8 (1972).
- 2) 小金沢昭光： 本誌，38，1315-1324 (1972).
- 3) M. R. CARRIKER: *Ecol. Monog.*, 21, 19-38 (1951).
- 4) R. E. WESTLEY: *Wash. Dept. Fish. Res. Papers*, 1(4), 25-31 (1956).
- 5) 菊地省吾： 東北水研報告，16，118-126 (1960).
- 6) 菊地省吾・菅野 尚・佐藤重勝・佐野 孝： 同誌，19，164-170 (1961).
- 7) 宮城県水産試験場： カキ幼生浮游状況調査速報，1-10 (1962).
- 8) 宮城県水産試験場： 同誌，1-9 (1963).
- 9) 宮城県水産試験場： 同誌，1-9 (1964).
- 10) 宮城県水産試験場： 同誌，1-11 (1965).
- 11) 宮城県水産試験場： 同誌，1-13 (1966).
- 12) 宮城県水産試験場： 同誌，1-10 (1967).
- 13) 宮城県水産試験場： 同誌，1-9 (1968).
- 14) 宮城県水産試験場： 同誌，1-20 (1969).
- 15) 宮城県水産試験場： 同誌，1-8 (1970).
- 16) 佐藤重勝・菅野 尚・菊地省吾： 東北水研報告，16，87-117 (1960).
- 17) 漁場知識普及会： 漁海況速報，21，22，24，25 (1963).
- 18) 漁場知識普及会： 同誌，21，22 (1970).
- 19) G. THORSON: *Bio. Rev.*, 25, 1-38, (1950).
- 20) 小金沢昭光・石田信正・後藤邦雄・吉田文一・阿部秀昌・伊藤 章： 宮城県水試研報，4，50-52 (1968).
- 21) 大泉重一： 生態学研究，13(3)，189-195 (1953).
- 22) J. B. ENGLE: *Rept. V. S. Fish. Wild. Serv. D. C. Washington*, 1-26 (1953).
- 23) P. S. GALTSOFF: *Fish. Bull.*, 64, 1-480 (1964).