

閑山·巨濟灣 굴 養殖場의 養殖密度에 關한 研究*

趙 昌 煥**

FARMING DENSITY OF OYSTER IN HANSAN-GEOJE BAY*

Chang Hwan CHO**

Farming density of oyster cultured in Hansan-Geoje Bay was studied to obtain the optimal farming density based on the biosedimentation analysis and the annual yield data from 1970 to 1979.

Farming density of oyster extrapolated by means of pollution grade of sediment is significantly correlated to COD and phaeophytin content of the bottom mud of the bay. Pollution grade is linearly related to the number of oyster clusters suspended in the unit area. Optimal farming density was 0.12 string/ m^2 in case of raft culture, and it was 0.25 string/ m^2 in case of long-line culture.

Farming density was well expressed by the number of strings per raft and the area covered by a raft. As strings per raft increased from 350 to 558, total yield from a raft increased and when occupied sea area per raft ranged from 1,000 m^2 to 6,000 m^2 , the yield per raft linearly increased as the area increased. This analysis suggests that the optimal density be 0.11 string per unit area (m^2).

As increasing the number of strings per m^2 the yield per string decreases, and this is well depicted by a linear function. At this time the yield per unit area increases when the number of string increases up to the density of 0.13 strings/ m^2 .

From the point of these three comprehensive analyses the optimal density was 0.11~0.13 string/ m^2 in case of raft culture and 0.25 string/ m^2 in case of long-line culture in Hansan-Geoje Bay.

The maximum expected yield of oyster in Hansan-Geoje Bay is approximately 5,600 tons when maintained the string density at 0.13 string/ m^2 .

緒 言

閑山·巨濟灣은 우리 나라 굴 養殖業上 가장 중요한 곳이다. 이곳에 굴 養殖이 본격적으로 시작된 것은 1969년부터라고 할 수 있다. 그以後, 養殖施設은 每年 급격히 늘어났고, 이에 따라 養殖環境이 惡化

되어 여러가지 問題들이 일어났다.

이렇게 養殖量이 증가되는 동안 이 水域에 관한 調査 研究로서는 環境(崔, 1967; 柳 등 1975; 朴, 1975 a, 1975b; 林 등, 1975; 趙 등, 1977, 1978; 裴·金, 1978; 柳 등, 1980), 衛生과 病理 (Chun, 1972, 田, 1974; Yoo *et al.*, 1971; 崔 등, 1974; 金, 1975; 張 등, 1977), 굴의 成長 (柳 등, 1972, 1975, 1980; 裴,

* 本 論文은 1980學年度 釜山水產大學 大學院에 理學博士 學位請求論文으로 提出된것임

** 統營水產專門大學, Tong-yeong Fisheries Junior College, Chungmu, 603, Korea

1973, 婁 등, 1972, 1976, 1978) 등이 있다.

이러한 研究는, 어떤 특정한 분야에 대한 집중적인 調査들이거나, 단편적인 調査로서 養殖場의 養殖密度를 追求하지는 않았다.

養殖場의 養殖密度와 老化에 관한 調査 研究에는 굴이나 眞珠조개를 대상으로 한 것이 많다. 굴에 관해서는 附着器當 種굴의 數나 附着器의 間격(橫田·菅原, 1941; 谷田·菊池, 1957; Landers, 1968), 굴의 連作과 生産(Ito and Imai, 1955), 굴의 排泄量(楠木, 1970, 1971, 1974, 1977a, 1977b, 1978; Lund, 1957; Haven et al., 1966), 굴의 適正密度(荒川 등, 1971) 등이 있다. 眞珠조개에 관해서는 老化漁場의 底質(澤田 등, 1965, 1968; 上野 1964; 上野 등, 1970), 密植과 食物連鎖(上野 등, 1961), 養殖密度(澤田 등, 1969) 등이 있다.

여기에서는, 閑山·巨濟灣을 대상으로 하여 현재까지 얻어진 既存 資料와 직접 調査하여 얻은 몇가지 資料로서 閑山·巨濟灣 굴 養殖場의 養殖密度에 관해 研究한 結果를 報告한다.

調査海域 및 環境

閑山·巨濟灣은 크고 작은 4개의 섬(거제도, 화도, 한산도, 봉암도)으로 둘러싸인 內灣의인 性格을 지

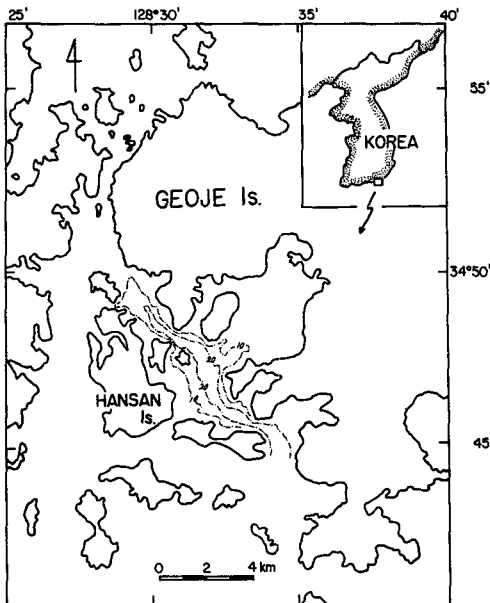


Fig. 1. Map showing Hansan-Geoje Bay and its isobaths.

닌 灣으로서 南海 東部沿岸에 위치한다(Fig. 1). 灣의 水面積은 약 50km^2 이며, $20\sim 40\text{m}$ 의 深은 中央水路를 제외하고는 灣의 대부분은 10m 内外로 비교적 水深이 얇다. 年平均 潮差는 약 180cm 로서 半日週潮의 潮汐을 갖는다. 北流로서 南쪽에서 $0.4\sim 0.6$ knot로 流入되는 漲潮流는 灣內에선 0.2 knot까지 떨어지는 流速을 나타낸 후, 北쪽으로 빠지면서 다시 $0.4\sim 0.6$ knot가 된다(Fig. 2). 落潮流의 流向과 流速은 대체로 漲潮流의 그것과 반대이다(柳 등, 1980).

灣을 둘러싼 陸地에서 灣으로 流入되는 水量은 큰 江이 없어 장마철(6, 7月)을 제외하고는 매우 적다. 이 灣內에는 韓·美 패류 위생 협정에 의해 약 20km^2 의 消淨海域이 指定되어 주위 部落으로부터의 排泄물이나 下水의 流入이 통제되어 있다. 또한, 굴 剥身工場 2個所를 제외하고는 다른 産業施設이 없어 폐수의 유입도 거의 없다(金, 1975). 따라서, 이 灣의 營養

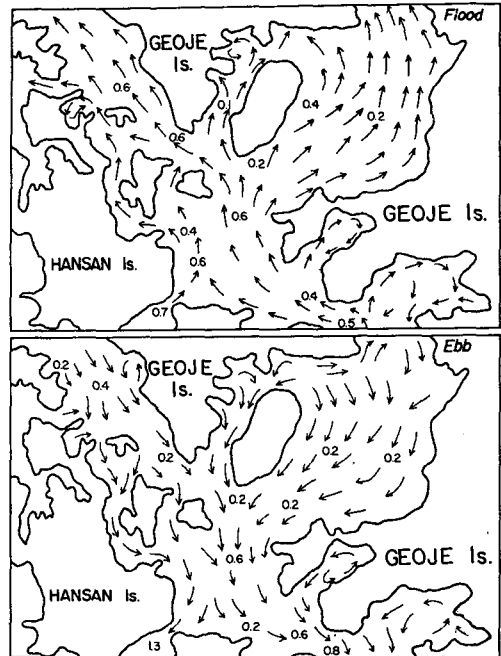


Fig. 2. The tidal current pattern in Hansan-Geoje Bay (After Yoo et al., 1980).

鹽 補給은 주로 降雨과 潮汐에 의해 유입되는 外海水에 의존하고 있다.

年中 降雨量은 平均 약 $1,400\text{mm}$ 로서 이 중 약 80% 가 4~9월에 내린다(觀象臺忠武支台, 1969~1978). 表層水溫은 內灣의 경우에 最低 8.4°C (2月)에서 最高 25.4°C (8月)이다. 水溫이 높은 7, 8월에 表層과 底層사이에서 $5\sim 6^\circ\text{C}$ 의 水溫 차이가 있다. 이 때의 底

層에서의 溶存酸素量은 3ml/l 以上, 溶存酸素飽和度는 60% 以上이다. 鹽分은 31.33%(9月)에서 33.94%(2月)의 범위이다(水産振興院, 1972~1977).

資料 및 方法

本 研究에서 사용된 資料는 1970년부터 1979年 사이에 Fig. 3에 표시된 調査地點에서 測定 分析된 資料들이다.

굴 密度와 底泥汚染度는 1978年에 調査하였고, 굴의 養殖密度에 따른 成長과 生産量은 大韓綜合食品忠武工場에서 1970년부터 1978년까지의 期間동안 調査된 資料이다. 굴 養殖面積과 施設物量은 慶尙南道 水産局에서 1979年에 調査된 資料를 利用하였다.

굴의 養殖密度에 따른 成長과 生産量調査에서 사용한 種굴의 크기는 일반적으로 모두 단련된 種굴로서 殼長이 20~30mm였다. 그리고, 種굴의 垂下時는 6~7月사이였다. 養成後의 收穫時期는 빠른 경우 11월부터이다. 그러나, 最近에 와서는 收穫時期가 늦어져 대체로 3~6月 사이였다.

굴 密度와 底泥汚染度가 調査된 곳은 Fig. 3에 표시된 調査地點 1~16, 굴 密度에 따른 成長과 生産量이 調査된 곳은 調査地點 A, B와 C이다.

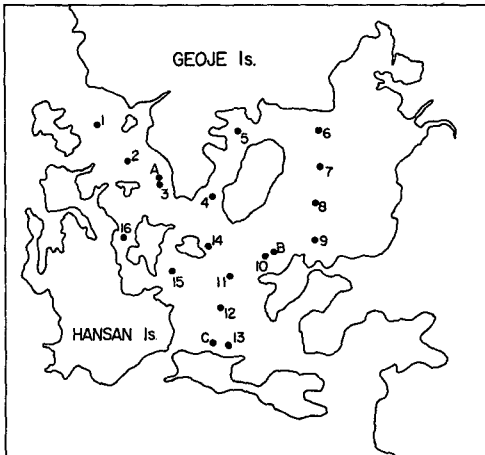


Fig. 3. Map showing Hansan-Geoje Bay and sampling stations. Growth and yield of oyster were experimented at stations in alphabet and quality of the bottom mud together with oyster culture density was studied at stations in numbers.

底泥는 直徑 30mm의 core 採泥器로 採泥하였다. COD는 松江(1965)의 方法을 따라 測定하였다. 페오파이틴(phaeophytin)은 Strickland and Parsons (1968)에 의거 測定하였다. 底泥의 汚染度 推定은 澤田·谷口(1969)의 方法을 따랐다.

모든 資料는 아래와 같은 方法으로 解析하였다.

1) 垂下連 密度와 맷목 密度에 따른 生産量은 出荷 重心時期(1月 1日을 起算日로 잡아, 1月 1日에서 各月の 中間日까지의 經過日數로써 各月の 出荷台數를 加重하여 求한 平均値)때의 맷목當 生産量을 代入하여 單位面積當 適正垂下連 數를 算出하였다.

2) 各 養成場의 單位面積當 굴 密度와 底泥汚染度간의 關係를 나타내는 回歸直線式에 閑山·巨濟灣에서의 바람직한 底泥汚染度를 代入하여 평균 수실에 따른 單位面積當 굴 Menge 數를 求하고 이를 垂下連 密度로 換算하였다.

3) 單位面積當 垂下連數와 垂下連當 生産量간의 回歸直線式에 의해 單位面積當 適正垂下連 數를 求하고, 이 回歸直線式을 變형하여 m^2 當 垂下連數와 m^2 當 生産量과의 關係를 나타내는 포물선 式으로 變형하여 m^2 當 最大 生産量일 때의 m^2 當 垂下連數를 算出하였다.

結 果

1. 密度와 底泥汚染度

閑山·巨濟灣내 굴養成場의 분포는 Fig. 4와 같다. 이들 養成場의 총面積은 약 $11km^2$ 으로서 모두가 垂下式養成場으로 이용되고 있다. 이面積은 閑山·巨濟灣의 水面積 약 $50km^2$ 중 약 23%에 해당한다. 나머지는, 밭목式 굴 採苗場이 약 $2km^2$ 차지하고 있었으며, 磯조개 바닥養成場이 약 $2km^2$ 분포되어 있었다.

Table 1에서 보는 바와 같이 垂下式 굴養成場 $11km^2$ 內에는 $162m^2$ 크기의 맷목 810대와 200m짜리 로우프(연승) 5,614대가 설치되어 있었다(慶尙南道, 1979). 養殖密度는 Table 2에서 보는 바와 같이 밭목式 養成場에서는 水面積 $1,650m^2$ 에 垂下連數 400連씩으로서 單位面積(m^2)當 약 0.24連이었고, 로우프式 養成場에서는 水面積 $500m^2$ 에 垂下連數 142連씩으로서 單位面積(m^2)當 약 0.28連이었다(굴 養殖組合, 1980).

Table 3은 1978年 閑山·巨濟灣 굴 養成場중 13個

Table 4. COD and phaeophytin contents in the bottom mud in Hansan-Geoje Bay, 1978

Station	COD (mg/g)	PHA (μg/g)
1	20.7	22.6
2	14.7	16.8
3	17.5	18.0
5	19.9	25.6
6	20.3	27.5
7	18.5	21.5
8	16.4	25.7
9	17.2	22.0
10	13.5	14.9
12	9.3	13.9
13	12.9	15.0
14	15.2	15.0
15	13.7	24.9
16	25.2	30.7

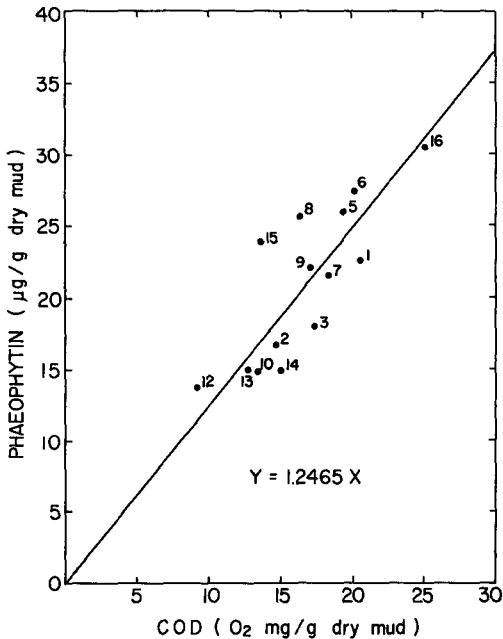


Fig. 6. Relationship between COD and phaeophytin contents in the bottom mud at stations in Hansan-Geoje Bay, 1978.

底泥汚染度로 하였다 (Fig 6). 이와 같이 求한 各 調査地點에서의 底泥汚染度는 Table 5와 같으며 이것으로서 작성한 底泥汚染度の 分포는 Fig. 7과

같다. Fig. 7에서 보는 바와 같이 調査地點 16이 가장 나뻣으며, 다음이 調査地點 6이었다. 일반적으로 調査地點 5~10의 内灣에서 底泥汚染度가 높았고, 海水의 流通 및 交換이 비교적 잘 된다고 생각되는 調査地點 10~14에서는 낮은 값으로 底泥汚染度는 10未滿이었다.

Table 5. Pollution grade of the bottom mud in Hansan-Geoje Bay, 1978

Station	Pollution grade
1	14.5
2	10.8
3	11.5
5	15.5
6	16.1
7	13.8
8	13.0
9	13.6
10	9.5
12	7.3
13	9.7
14	9.7
15	10.8
16	19.6

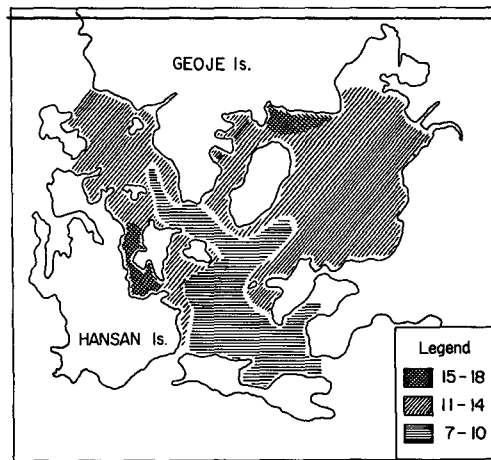


Fig. 7. Distribution of pollution grade in the bottom mud in Hansan-Geoje Bay, 1978. Numbers indicate pollution grade calculated by the method as shown in Fig. 6.

各 調査地點에 있어서 養成중인 굴의 密度와 底泥 中の 底泥汚染度 間에는 밀접한 相關이 있었다 (Fig. 8). 굴의 密度가 낮은 調査地點에서는 그 곳 底泥 中の 汚染度 즉 COD와 페오파이틴 含量도 낮았다.

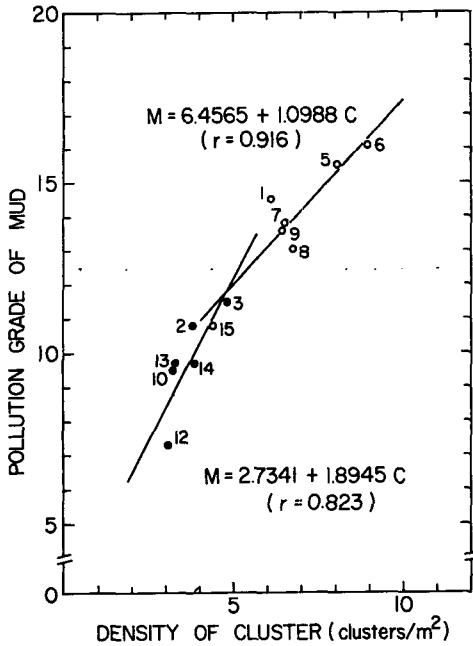


Fig. 8. Relationship between density of oyster clusters (C) and pollution grade in the bottom mud (M) in Hansan-Geoje Bay, 1978. Open circles for long-line and solid circles for raft culture.

맷목과 로우프의 垂下連 길이가 다를뿐만 아니라 양식장의 수심도 다르므로 垂下連에 달린 굴 몽치數도 다르다. 이 때문에 單位面積當 굴 몽치數와 底泥汚染度의 관계를 맷목과 로우프로 구별하지 않고 일률적으로 적용할 수 없었다. 그래서, 평균수심별(맷목의 평균 수심 17.5m, 로우프식의 평균 수심 7.7m) 單位面積當 굴 몽치數와 底泥汚染度의 資料를 맷목과 로우프로 나누어 關係式을 求하였다. 그 결과, 맷목식에 있어 單位面積當 굴 몽치數(C)와 底泥汚染度(M)간에는

$$M = 2.7341 + 1.8945C \quad (r = 0.823) \quad \dots\dots\dots \text{式(1)}$$

의 回歸直線관계가 있었고, 로우프식에서는

$$M = 6.4565 + 1.0988C \quad (r = 0.916) \quad \dots\dots\dots \text{式(2)}$$

의 回歸直線관계가 있었다(Fig. 8).

2. 密度와 生産量

Table 6은 1976~1979년에 있어 月別에 따른 굴 出荷時의 맷목 台數와 生産量 및 個體肉重을 나타낸 것이다. 出荷時期가 最近에 들어 늦어지고 있는데, 이는 해가 갈수록 굴의 個體成長이 불량하여 그 成長이 지연되어 감을 볼 수 있다. 예를 들면, 個體肉重이 1976年 2월에 7.24g인데, 1979년에는 3월에도 6.94g 이었고, 맷목當 生産量도 1976年 1월에 1,870kg인데

Table 6. Oyster yield per raft and mean meat weight per oyster in the harvest season at stations A, B and C in Hansan-Geoje Bay, 1976-1979 (By the courtesy of Korea General Foods Co.)

		1976	1977	1978	1979
Number of raft at harvest	Jan.	23	40		
	Feb.	70	74	30	
	Mar.	98	95	60	3
	Apr.	110	108	106	44
	May	102	109	124	100
	June		23	123	150
Yield at harvest (M/T)	Jan.	43	79		
	Feb.	155	165	49	
	Mar.	244	290	131	5
	Apr.	345	388	253	94
	May	398	296	386	300
	June		26	508	450
Modal date of harvesting		1 Apr.	2 Apr.	4 May	25 May
Yield per raft at harvest (kg)	Jan.	1,870	1,975		
	Feb.	2,214	2,230	1,633	
	Mar.	2,490	3,053	2,183	1,666
	Apr.	3,136	3,593	2,387	2,136
	May	3,902	2,716	3,113	3,000
	June		1,131	4,130	3,000

閑山·巨濟灣 굴 養殖密度

Mean meat weight per oyster at harvest (g)	Jan.	6.11	6.46		
	Feb.	7.24	7.29	6.01	
	Mar.	8.14	9.98	8.03	6.94
	Apr.	10.25	11.74	8.78	8.90
	May	12.75	8.88	11.45	12.50
	June		3.70	15.19	12.50

1979년에는 3월이 되어도 1,666kg밖에 되지 않는다.

年間 出荷重心時期는 1976年과 1977년에는 4월1日과 4월 2日로써 그 때 멧목當 生産量은 각각 3,136kg과 3,593kg이었으며, 1978년에는 5월4日로써 3,113kg, 그리고 1979년에는 5월25日로써 3,000kg이었다. 1976~1979年間 年間 出荷重心時間에 있어서 멧목當 平均 生産量은 약 3.2ton이었다.

1978年 사이에 있어 調査地點 A, B 및 C에서의 멧목 台數, 멧목當 垂下連의 數, 멧목 1臺가 점유했던 水面積, 멧목當 生産量 및 出荷初期에 속하는 12月중 個體肉重을 나타낸 것이다. 이 資料에 의거하여 閑山·巨濟灣 굴養成場에 있어서 여러 수준의 養殖密度에 따른 굴의 成長 및 生産量의 變化를 검토하여 보았다.

Table 7은 1973年の 大量斃死를 제외한 1970~

Table 7. Oyster yield and meat weight in accordance with density of oysters in Hansan-Geoje Bay, 1970-1978 except for 1973 when mass mortality occurred (By the courtesy of Korea General Foods Co.)

Station*	Year	Number of rafts	Number of strings per raft	Yield per raft (kg)	Area occupied by a raft (m ²)	Meat weight in December (g)
A	1970	82.8	558	3,590	4,326	5.1
	1971	90.5	558	5,180	3,958	4.1
	1972	130	558	3,899	2,755	5.2
	1974	85	350	2,895	4,214	6.2
	1975	107	450	2,513	3,348	5.5
	1976	94	450	2,910	3,811	7.4
	1977	115	450	3,375	3,115	7.5
	1978	120	400	2,360	2,985	4.3
	B	1970	34.5	558	4,261	18,389
1971		85	558	4,896	7,464	6.1
1972		175	558	3,959	3,625	6.7
1974		125	350	2,386	5,075	6.7
1975		170	450	2,539	3,732	5.7
1976		158	450	2,801	4,015	7.9
1977		167	450	2,707	3,799	7.2
1978		165	400	2,788	3,845	4.7
C		1970	79	558	4,929	7,458
	1971	100	558	5,508	5,892	5.0
	1972	170	558	4,166	3,466	—
	1974	105	350	2,949	5,612	7.4
	1975	136	450	3,661	4,332	5.9
	1976	125	450	3,595	4,714	7.7
	1977	160	450	3,039	3,683	7.1
	1978	175	400	2,727	3,367	4.4

* Area for St. A : 358,200m²
 St. B : 634,400m²
 St. C : 589,200m²

현재까지의 台當 垂下連 350~558連의 범위내에서는 다 같이 뱃목當 垂下連 數가 많음에 따라 뱃목當 生産量이 많았음을 알 수 있다. 이와 같은 관계를 回歸直線으로 나타낸 결과 Fig. 9와 같으며, 回歸直線式은

$$P_R = -1.1272 + 0.009823 S_R \quad (r = 0.790) \dots \text{式}(3)$$

이었다. 여기서, S_R 는 뱃목當 垂下連 數이고 P_R 는 뱃목當 生産量이다.

뱃목當 生産量은 뱃목 1수가 점유하고 있던 水面積에 따라서도 상이하었다. Fig. 10은 台當 뱃목 점유面積의 증가에 따른 垂下連當 生産量의 변화를 나타낸 것이다. 垂下連當 生産量은 台當 점유面積 2,000~3,000 m^2 에서 平均 6.4kg(5.90~6.99kg), 3,000~4,000 m^2 에서 平均 6.9kg(5.58~9.28kg), 4,000~5,000 m^2 에서 平均 7.4kg(6.22~8.27kg), 5,000~6,000 m^2 에서 平均 8.8kg(8.77~8.83kg), 그리고 18,000~19,000 m^2 에서 7.6kg이었다.

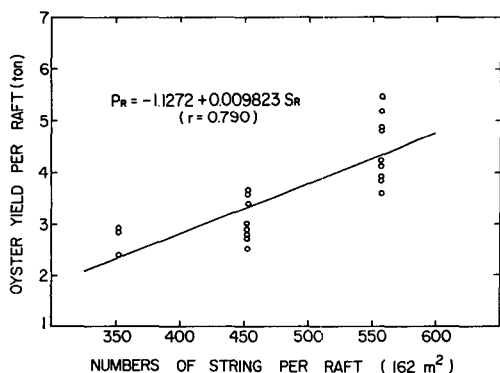


Fig. 9. Relationship between number of strings per raft (S_R) and oyster yield per raft (P_R) in Hansan-Geoje Bay in 1970-1977 except for 1973.

2,000 m^2 에서 6,000 m^2 까지의 台當 점유面積 범위에서 垂下連當 生産量은 거의 直線의으로 증가함을 알 수 있다. 그러나, 6,000~7,000 m^2 以上の 台當 점유面積에서는 垂下連當 生産量이 크게 증가하지 않고 垂下連當 8~9kg의 수준에 머무는 경향이다. 이 경향과 관련하여 1970年 調查地點 B에서 기록된 台當 점유面積 18,389 m^2 에서 垂下連當 生産量이 7.6kg이었던 것은 (Table 7) 주목할만한 기록이라고 생각된다.

1,000~6,000 m^2 의 台當 점유面積 범위에서 台當 점유面積의 증가에 따른 垂下連當 生産量의 증가를 回歸直線式으로 나타내면

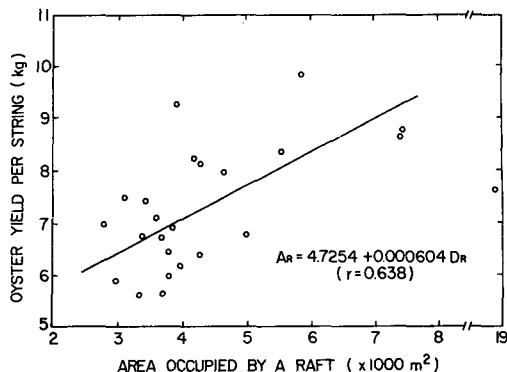


Fig. 10. Relationship between oyster yield per string (A_R) and density of oyster raft (D_R) in Hansan-Geoje Bay in 1970-1978 except for 1973.

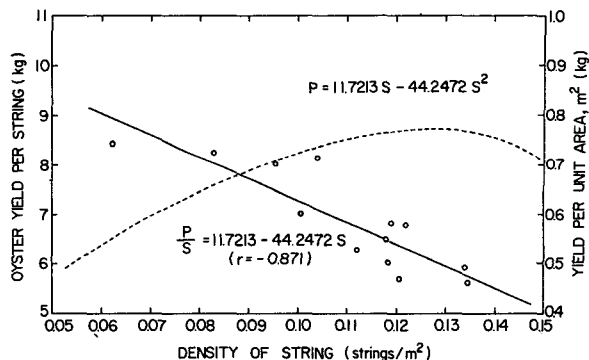


Fig. 11. Relationships between density of string (S) and oyster yield per string (P/S) and between density of string and yield per unit area (P) in Hansan-Geoje Bay in 1970-1978 except for 1973.

$$A_R = 4.7254 + 0.000604 D_R \quad (r = 0.638) \dots \text{式}(4)$$

이었다. 여기서, A_R 는 垂下連當 生産量이고 D_R 는 뱃목當 점유面積이다.

閑山·巨濟灣에 있어 過去 5年間(1974~1978年)의 垂下連 密度와 連當 生産量(Table 7)의 관계는 Fig. 11에서 보는 바와 같이 높은 相關이 있었다. 垂下連密度(垂下連 數/ m^2)를 S 라 하고 連當 生産量(kg)을 P/S 라 할 때,

$$\frac{P}{S} = 11.7213 - 44.2472 S \quad (r = -0.871) \dots \text{式}(5)$$

의 直線관계가 확인되었다. 이 式을 변형하여 m^2 當 垂下連數(S)와 m^2 當 生産量(P)과의 관계를

閑山·巨濟灣 굴 養殖密度

$$P=11.7213S-44.2472S^2 \dots \dots \dots \text{式(6)}$$

의 포물선식으로 나타낼 수 있다. 포물선은 Fig. 11에 점선으로 표시된 바와 같다.

이 포물선에서 알 수 있는 바와 같이 m^2 당 垂下連數가 0.13일 때 m^2 당 生産量이 最大가 되고, m^2 당 垂下連數가 0.13以下 또는 以上에서는 오히려 m^2 당 生産量이 감소한다. 따라서 閑山·巨濟灣 굴 養殖場에 있어서 過去 5年間의 굴 養殖 統計에 의해서 推定한 굴의 適正 養殖密度는 m^2 당 0.13의 垂下連數로서, 이 수준에서 달성되는 m^2 당 最大生産量은 0.776 kg이고, 閑山·巨濟灣 굴 養成場 전체의 最大生産量은 약 5,666t으로 추정된다 (Table 1에서 보는 바와 같이 筏목式 養成場 $3,505,169m^2 \times 0.776kg/m^2 = 2,720t$ 과 로우프式 養成場 $7,592,947m^2 \times \frac{0.776}{2} kg/m^2 = 2,946t$ 의 合計).

3. 密度와 成長

筏목當 垂下連數가 많을수록 筏목當 生産量은 증가하는 경향이있지만 반대로 個體의 成長상태는 불량하였다(Table 7). 垂下連 密度와 個體 成長간의 관계는 Fig. 12에서 보듯이, 筏목當 垂下連數가 350일 때 12月の 個體 肉重量은 6.8g, 400일 때 4.5g, 450일 때 6.9g, 558일 때 5.3g으로서, 400일 때의 肉重量이 例外的으로 낮았지만, 전체적으로는 垂下連數가 증가함에 따라 12月の 個體 肉重量은 감소되는 경향이 확인되었다. Fig. 12에서 垂下連數의 증가에 따라 個體肉重量은 垂下連數 400의 경우를 제외하면 350에서 450의 수준까지의 범위에서는 별다른 변화가 보이지 않으나 450以上에서는 급격히 감소하는 것 같다. 따라서, 筏목當 垂下連數와 個體 肉重量 간에는 直線의인 관계를 적용하기는 無理가 있으나, 回歸直線式으로 나타내면

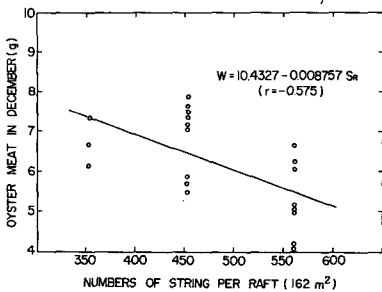


Fig. 12. Relationship between number of strings per raft (S_r) and oyster wet meat weight (W) in December in Hansan-Geoje Bay in 1970-1977 except for 1973.

$$W=10.4327-0.008757S_r \quad (r=-0.575) \dots \text{式(7)}$$

이었다. 여기서, S_r 은 筏목當 垂下連數이고 W 는 12月中 個體當 肉重量이다.

筏목當 生産量은 筏목 1臺가 占有하고 있었던 水面積이 넓을수록 대체로 증가하는 경향이있었지만, 個體 成長의 筏목當 占有面積과의 관계는 찾기 어려웠다(Fig. 13).

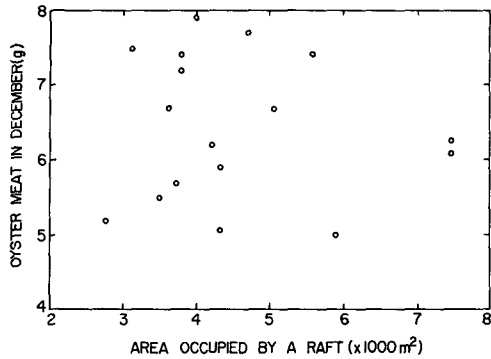


Fig. 13. Relationship between oyster meat weight (wet weight) in December and the area occupied by a raft in Hansan-Geoje Bay in 1970-1977 except for 1973.

考 察

閑山·巨濟灣에서 潮流의 疎通이 비교적 좋고 굴의 成長이 대체로 靚은 調査地點은 2, 3, 7, 8, 9, 10, 12, 13 및 14등이다 (Fig. 2, 3 및 Table 7). 이들 調査地點들의 底泥중 平均 COD量은 15.0mg/g乾泥였고, 平均 페오파이틴량은 18.1μg/g乾泥였다(Table 4). 그러므로, 이들 平均 COD量과 平均 페오파이틴량을 閑山·巨濟灣 굴 養成場에 있어 底泥汚染度의 限界値로 잡았다. 이 상태는 Fig. 11에서 계산하던 底泥汚染度 12이다. 따라서, 底泥汚染度 12를 굴 密度와 底泥汚染度간의 관계式 (1)과 (2)에 代入하면 筏목에서는 4.89뽁치/ m^2 , 로우프에서는 5.05뽁치/ m^2 로 推算된다. 이를 垂下連 密度로 換算하면 筏목式에서 0.12連/ m^2 , 로우프式에서 0.25連/ m^2 이 된다.

굴의 單位面積當 生産量은 垂下連 密度와 施設物 密度의 영향을 받는다(Fig. 9와 10). 한편, 個體 成長은 垂下連 密度에 따라 달랐지만 (Fig. 12), 施設物 密度와는 명백한 관계를 확인할 수 없었다 (Fig. 13). 이는 좁은 범위내인 筏목에서는 垂下連 連數의 差가 個體 成長에 미치는 密度 영향이 크지만, 筏목이 차지하고 있는 水面積에 따른 密度 영향이 個體

成長에 미치는 영향은 前者보다 적다는 것이라고 생각된다. 따라서 個體成長은 垂下連 密度나, 横田 등 (1941), 谷田 등 (1957) 또는 Landers (1968)가 報告한 바와 같이, 附着器當 種貝의 數나 附着器의 間격 등에 더 많은 영향을 받는 것 같다.

開山·巨濟灣에서 收穫期의 鬚목當 굴生産量은 過去 4年間(1976~1979年)의 出荷 鬚목에 대해서 年間 出荷重心時期에 있어 약 3.2t 이었다 (Table 6). 鬚목當 3.2t 以上の 生産量은 垂下連數와 生産量의 관계인 式(3)에서 垂下連數가 441連 以上일 때 기대될 수 있다. 鬚목當 垂下連을 441連을 달고 3.2t 이 生産되는 데는 連當 7.26kg이 生産되어야 한다. 이를 鬚목當 점유面積과 垂下連當 生産量의 관계인 式(4)에 代入하면 鬚목當 要求面積은 4,196m² 로써, 이때 垂下連 密度는 0.11連/m²이 된다.

또, 過去の 養殖 實績에 의한 Fig. 11의 포물선에서 알 수 있듯이 굴 生産量은 垂下連 密度가 증가함에 따라 굴生産量은 0.13連/m²수준에 달하기까지는 증가하고 이 수준을 넘으면 도리어 감소한다.

따라서, 垂下連 密度와 垂下連當 生産量간의 관계에서 또 養殖密度와 底泥汚染度의 관계로부터 算定된 鬚목式 0.12連/m², 로우프式 0.25連/m²의 適正 養殖密度는 큰 無理가 없는 결과라고 생각한다.

1980年 開山·巨濟灣에 있어 垂下連 密度는 鬚목式 0.24連/m², 로우프式 0.28連/m²이었으므로(Table 2), 급변 底泥汚染度 調査, 過去 5年間 出荷重心時期의 台當 養殖量에서부터 求한 鬚목式 0.11~0.12連/m², 로우프式 0.25連/m²에 比하면 鬚목式과 로우프式 모두 超過되고 있음을 알 수 있다.

鬚목인 경우, m²當 垂下連數에 대한 m²當 生産量(Fig. 11의 포물선)에서 m²當 最大生産量 일 때의 m²當 垂下連數는 0.13이었으나 投資 對 效果에 비추어 생각하면 m²當 垂下連 密度가 0.10~0.13의 범위에서는 m²當 生産量이 0.10일 때에 비해 0.13일 때 0.05kg밖에 증가하지 않으므로(式 6 참조), 企業上으로는 0.13보다는 오히려 약간 낮은 수준의 垂下連 施設量이 바람직할 것이다.

그러나, 底泥汚染度 12의 基準, 다양한 養殖密度에 따른 台當 生産量 및 個體肉重의 변화 추적, 굴 成長 및 生産量에는 굴 密度 外에도 환경要因이 작용했을 것임에 틀림없을텐데, 本研究에서는 이들 환경要因이 굴의 成長 및 生産量에 미치는 영향을 고려치 않고 굴 成長 및 生産量을 굴의 密度만으로써 검토하였다는 점 등은 앞으로 더 명백하게 究明해야 할 것으로 본다.

그렇지만, 過去 8年間의 養殖 資料로부터 求한 適正密度와 底泥汚染度로부터 求한 適正密度간에는 큰 차이가 없어 底泥汚染度는 養殖密度를 算定하는 指標로서 有意하다고 생각된다.

보다 바람직한 방법은 상기 방법과 병행하여, 養殖場을 하나의 生態系로 하는 基礎生産力으로부터 이어지는 에너지 흐름(energy flow)의 관점에서 조사 연구된다면 보다 合理的이라 생각된다. 비록 힘든 作業이지만 이 點이 앞으로의 課題라 생각한다.

要 約

開山·巨濟灣 굴 養殖場에 관한 1970~1979년까지 사이에 調査된 여러 가지 既存 料資와 1978년에 調査한 몇 가지 底質에 관한 調査資料를 토대로 한 굴 養殖場의 養殖密度에 관한 研究 結果는 다음과 같다.

1. 各 養成場에 있어 養成중인 굴密度와 養成場 底泥중에 함유되어 있는 COD, 페오파이틴의 量으로부터 求한 底泥汚染度간에는 相關이 있었다. 底泥汚染度 12를 開山·巨濟灣의 限界値로 하여 평균 수심에 따른 單位面積當 굴 분치 數(C)와 底泥汚染度(M)간의 回歸直線式은 鬚목式의 경우 $M=2.7341+1.8945C$, 로우프式의 경우 $M=6.4565+1.0988C$ 에 適用하여 推定된 適正 養殖密度는 垂下連數로 m²當 鬚목式 0.12連, 로우프式 0.25連이었다.

2. 1970~1978年間의 養殖結果에서 鬚목當 垂下連數가 350~558連 사이에서는 垂下連數가 많을수록 鬚목當 生産量은 많았고, 鬚목 1臺가 점유한 水面積이 1,000~6,000m²까지는 台當 점유面積의 증가에 따라 生産量도 증가하였다. 鬚목當 垂下連數(S_R)와 鬚목當 生産量(P_R)의 관계式인 $P_R=-1.1272+0.009823S_R$ 와 鬚목當 점유 面積(D_R)과 垂下連當 生産量(A_R)의 관계式인 $A_R=4.7254+0.000604D_R$ 에 出荷重心時期의 鬚목當 生産量 3.2t을 代入하여 求한 適正 養殖密度는 m²당 약 0.11連이다

3. 單位面積當 垂下連數(S)와 垂下連當 生産量(P/S)의 관계式인 $\frac{P}{S}=11.7213-44.2472S$ 에서 單位面積當 垂下連數가 많을수록 垂下連當 生産量은 直線의 形式으로 감소하였고, 이 式의 변형인 포물선式인 $P=11.7213S-44.2472S^2$ 에 의하면 垂下連當 生産量은 m²當 0.13連 수준에 달하기까지는 증가하고 이 수준을 넘으면 오히려 감소한다. 이때 기대되는 最

大生産量은 약 5,600t으로 推定된다.

4. 養殖密度와 底泥汚染度, 맷목當 垂下連數와 맷목當 점유面積에 따른 生産量 및 垂下連 密度와 連當 生産量의 3가지 측면에서 검토한 결과를 종합하지만, 閑山·巨濟灣 굴 養殖場에 있어, 適正 養殖密度는 垂下連數로 m^2 當, 맷목式에서 0.11~0.13連, 로우프式에서 0.25連으로 推定된다.

5. 현재 閑山·巨濟灣의 굴 養殖密度는 垂下連數로 m^2 當, 맷목式에서 0.24連, 로우프式에서 0.28連으로서 適正 養殖密度의 限界値를 超過하고 있다.

謝 辭

본 연구의 방향과 진행을 처음부터 끝까지 지도하여 주신 부산수산대학의 유성규 교수께 심심한 사의를 표하며, 조사 기간 중 조언을 아끼지 않은 통영수산전문대학의 김용술 교수, 부산수산대학의 홍성윤 교수 및 강용주 교수께 감사한다. 아울러, 많은 참고 자료와 조사 자료를 이용하게 하여 준 대한종합식품 충무공장 임동태 공장장과 행정 자료 수집에 협조하여 준 경남 도청 수산국 생산과 여러분과 충무굴 수하식 협동 조합 여러분께도 사의를 표한다. 끝으로 현장 관측 및 자료 정리에 협조하여 준 통영수산전문대학의 강길순 조교, 이철호 조교, 최귀영군에게 감사한다.

文 獻

荒川好滿·楠木豊·神垣正昭(1971): カキ養殖場における生物源堆積現象の研究 (I). 養殖適正密度について. Venus 30, 113-128.

배경만(1973): 참굴 수하 양식에 관한 연구 (II). 해역별 성장도에 대하여. 水振研報 11, 59-69.

_____·배평암(1972): 참굴 수하 양식에 관한 연구 (I). 양성장의 성장도에 관하여. 同誌 9, 71-84.

배평암·김주련·강필애·김윤(1976): 참굴의 수하 양식에 관한 연구 (III). 양식굴의 어장 환경별 성장도에 대하여. 同誌 15, 73-81.

_____·변충규·고창순·김윤·강필애(1978): 참굴의 수하 양식에 관한 연구 (IV). 굴 양식장의 환경과 성장도에 대하여. 同誌 20, 109-119.

_____·김윤(1978): 충무 부근 굴 양식어장 기초

생산력 조사. 同誌 20, 129-139.

장동석·김성준(1977): 장염 *Vibrio*균의 분포 및 생리적 특성에 관한 연구. 同誌 19, 7-52.

조창환·김용술(1977): 굴 양식장의 미세 환경에 관한 연구 (I). 거제만의 양식장 밀도 및 부영양화에 관하여. 韓水誌 10, 259-265.

_____·_____ (1978): 굴 양식장의 환경에 관한 연구. 충무 부근 양식장의 저질에 관하여. 同誌 11, 243-247.

최상(1967): 한국 해역의 식물 플랑크톤에 관한 연구 II. 한국 연안 수역의 식물 플랑크톤. 韓海誌 2, 1-12.

최위경·장동석·이종감·권재건(1974): 굴 양식장의 환경 위생 및 통영만의 오염에 대한 연구. 釜山水大研報(自然科學) 14, 28-42.

Chun, S. K. (1972): Preliminary studies on the sporozoan parasites in oysters on the southern coast of Korea. Bull. Korean Fish. Soc. 5, 76-82.

진세규(1974): 남해안 굴의 *Bucephalus*속 기생과 병리. 釜山水大 臨海研報 7, 77-85.

Haven, D. S. and R. Morales-Alamo (1966): Aspect of biodeposition by oysters and other invertebrates filter feeders. Limnol. Oceanog. 11, 487-498.

Ito, S. and T. Imai (1955): Ecology of oyster bed (I). On the decline of productivity due to repeated culture. Tohoku J. Agr. Res. 5, 251-268.

김성준(1975): 한국 남해안 굴 서식 해역 및 굴의 위생학적 연구. 水振研報 14, 1-93.

楠木豊(1970): カキ及びび附着生物の排泄物量について. 水産増殖 18, 45-51.

_____ (1971): マガキ排泄物量と攝餌率との関連について. 同誌 19, 77-82.

_____ (1974): タンク蓄養カキ排泄物量の時間的變化. 廣島水試研報 5, 39-40.

_____ (1977 a): カキ養殖場における漁場老化に關する基礎的研究 I. マガキの排泄物量. 日本水誌 43, 163-166.

_____ (1977 b): 上同 II. マガキ排泄物の有機物含量. 同誌 43, 167-171.

_____ (1978): 上同 III. マガキフンの沈降速度と運搬距離. 同誌 44, 971-973.

- 경상남도(1979) : 굴 양식장 양식 현황 및 진해만 피
해 복구 상황 보고. pp. 74.
- 국립수산진흥원(1972) : 연안어장 환경조사 보고. 사
업 보고, 제 12호.
- _____ (1973) : 上同. 사업 보고, 제 17호.
- _____ (1974) : 上同. 사업 보고, 제 21호.
- _____ (1975) : 上同. 사업 보고, 제 28호.
- _____ (1976) : 上同. 사업 보고, 제 33호.
- _____ (1977) : 上同. 사업 보고, 제 36호.
- 국립중앙관상대 충무지대(1969-1978) : 강우량 일지.
굴 양식 조합(1980) : 1980 굴 저경 시설 지도 통지
서. pp. 29.
- Landers, W. S. (1968) : Oyster hatcheries in
the Northeast. Proc. Oyster Culture Work-
shop, July 11-13.
- 임두병·조창환·권우섭(1975) : 충무 부근 굴 양식 어
장의 환경에 관하여. 韓水誌 8, 61-67.
- Lund, E. J. (1957) : Self-silting by the oyster
and its significance for sedimentation
geology. Publ. Inst. Mar. Sci., Univ.
Texas. 4, 320-327.
- 松江吉行(1965) : 水質汚濁調査指針. 恒星社厚生閣.
pp. 384.
- 박정길(1975a) : 진해만 해수의 인산염 분포의 특성
에 관하여. 韓水誌 8, 68-72.
- _____ (1975b) : 진해만 해수의 부영양화와 클로
로필의 분포. 同誌 8, 121-126.
- 澤田保夫·谷口宮三郎(1965) : 眞珠養殖漁場の養殖海
洋學的研究 III. 老化漁場における海水ならび
に底質の性狀の季節的變化について. 國立眞珠
研報 10, 1213-1227.
- _____ (1968) : 上同 V. 老化漁場におけ
る底泥の有機物量およびフェオフィチン量の季
節的變化について. 同誌 13, 1689-1702.
- _____ (1969) : 上同 VI. 漁場底泥から
みた眞珠漁場の汚染度と漁場收容密度の算定に
ついて. 同誌 14, 1719-1734.
- Strickland, J. D. H. and T. R. Parsons (1968) :
A practical handbook of seawater analysis.
3rd ed. Fish. Res. Board Can., Bull.
167. pp. 311.
- 谷田專治·菊地省吾(1957) : 垂下養殖カキの密度効果
に関する研究. 第一報 原板内の個體密度効果.
東北水研報 9, 133-142.
- 上野福三(1964) : 眞珠漁場における餌料基礎生産と漁
場の海洋構造について II. 海水並びに底泥の
性狀の季節變化と海底耕耘の効果について. 三
重縣立大水産學部紀要 6, 145-169.
- _____ ·井上啓晴(1961) : 上同 I. 密殖と食物連
鎖との關係. 國立眞珠研報 7, 829-864.
- _____ ·舟橋晋·津田篤身(1970) : 眞珠漁場におけ
るアコヤガイ排泄物と底質との關係について
の豫察的研究. 三重縣立大水産學部紀要 8, 113
-137.
- 横田瀧雄·菅原兼雄(1941) : 筏式垂下養殖に於ける牡
蠣の密度に就いて. 水研誌 36, 28-31.
- 유성규·박주석·진평·임기봉·장동석·박정길·홍
성윤·조창환·허중수·강필애·박경양(1980)
: 굴 양식장의 종합조사. 水振研報 24, (인쇄
중).
- Yoo, S. K., S. K. Chun, C. H. Won and W. K.
Choe (1971) : Sanitary survey on oysters
and shellfish growing areas in Koje-do,
Kyungsang Namdo. Office of Fisheries,
Korea. pp. 43.
- 유성규·이택열·진평·홍성윤·유명숙(1975) : 굴 양
식장의 보전을 위한 생태학적 환경 조사 연구.
釜山水大 臨海研報 8, 15-30.
- _____ ·유명숙·박종남(1972) : 굴의 양식에 관한
생물학적 연구 (1). 참굴의 성장. 釜山水大
研報(自然科學) 2, 63-76.