

漁場内流速に及ぼすノリ網の張込み方法と気象条件の影響

馬場 裕文・山下 康夫

Effects of Nori Laver Nets Setting Form and Atmospheric Phenomena on the Water Current in Nori Farming Ground.

Hirofumi BABA · Yasuo YAMASHITA

Abstract

In Ariake Bay, Nori laver nets are generally set with the unit of "Koma" which is composed of 10 nets set in the style of 5 rows and 2 sheets. Recently, it has been experimentally tried that two sheets of the center row are removed in order to ensure the enough current for the healthy growth of laver.

In this experiment, some plaster balls which decrease their volume by water current were employed to measure the difference of the current speed between original "Koma" and reformed ones. Moreover, present investigation was carried out in calm sea and rough sea, respectively. Investigation period in calm sea were 6 hours and 24 hours in rough sea.

In calm sea, the mean value of reductive volume per one plaster ball in the original "Koma" was 2.4 g (9.6g for 24 hours), and 3.8 g (15.2g for 24hours) in reformed "Koma". In rough sea, the mean value of reductive volume per one plaster ball in the original "Koma" was 15.2 g, and 20.9 g in reformed "Koma". In the original five row "Koma", slow current was observed at the inside area where the second and fourth row of the nets are set, however it was not observed in the reformed four row "Koma". On the other hand, the mean value of reductive volume per one plaster ball during 24 hours in the original "Koma" in rough sea was equal to the value in reformed "Koma" in calm sea.

With these results, it seemed that new form of Nori nets setting was pretty effective to establish the stable Nori production.

はじめに

佐賀県有明海のノリ養殖は通常ノリ網10枚を2枚続きで、横20間、縦30間の漁場に5列張り込み1小間と称し、漁場行使の基本単位としている。

一方、本県海域ではノリの品質向上や病害対策等として各地でしばしば減柵が試みられ¹⁾、その方法として一般に5列張りの中央列を除く他の4列にノリ網を張り込むいわゆる中抜き法が行なわ

れてきた。この方法は従来の5列張りに比べ漁場の流れが好転し、ノリにとってかなりの効果があるとされているが、いずれも経験的なものであり、詳細な調査は行なわれていない。

そこで、気象条件が安定したなぎの時期と波浪の強い、いわゆる時化の時期を選定し、1小間を調査対象として、5列張りの中抜き4列張りの小

間内の流速の相違について石膏ボール法により定量的に調査し、ノリ網の張込み方法と気象条件の

変化が漁場内の流れに及ぼす影響について検討したので以下に報告する。

材料及び方法

1. 材 料

調査に用いた石膏ボールは、内径43mmの球型型枠に水溶石膏*1を流し込み、これに長さ25cm、直径5mmの寸切りボルトを挿入して硬化させた。2日後に型枠を取りはずし、その後、2週間風乾し、使用前に24時間、60°Cで乾燥したものを計量して用いた。使用した石膏は陶磁器型剤石膏特級SSS（サンエス石膏 K. K.）を用いた。一般に、石膏ボールを水中に浸漬することにより、その減少量から平均流速、つまり流動を測定するものである。また、減少量を左右する要因として流速、水温及び風（波浪）の条件等が知られ、いずれも減少量と比例関係²⁾が認められている。即ち、流れが速く、水温が高いほど、しかも調査時の風力（波浪）が大きいほど減少量も大きくなる傾向を示す。減少量と流速の関係は水温約20°Cの室内実験条件下で、 $Y=0.938X-0.704$ （X：24時間石膏ボール減少量 g, Y：流速 cm/sec.）の一次回帰式³⁾として示される。

2. 方 法

(1) 弱風時調査

調査は図1に示した本県有明海中部地区に位置する六角川試験地で、昭和60年12月25日の8時30分から20時30分までの12時間にわたって行なった。このうち引き潮時にあたる8時30分から14時30分までの6時間は、中央の1列（ノリ網2枚）を除いた中抜き4列張り法で、一方、満ち潮時の14時30分から20時30分までの6時間は、中央列にノリ網を1列張り込み、通常の5列張りで行なった。

石膏ボールは、図2に示したようにノリ網1列あたり5個を5間ごとに1個づつノリ網の浮竹の下側に設置し、調査時間中はノリ網を低吊りとして干潮時でも海水中に浸漬するようにした。6時

間毎に全ての石膏ボールを取り上げ実験室に持ち帰り、水洗後、上記と同様の方法で乾燥、計量し、その減少量を算出した。調査に並行して水温、風向*2、風速*2、流速も測定し、水温、風向、風速については調査開始30分後から1時間間隔で調査し、流速はCM-2型電气流速計で調査開始当初から測定し、以後30分間隔で測定した。なお、調査時の潮汐は満潮時が8時26分（潮高：4.7m）、干潮時が14時23分（潮高：1.5m）、満潮時が20時14分（潮高：4.6m）となり、5列張りの中抜き4列張り調査時の潮位変動幅はそれぞれ3.1mと3.2mとなつてほぼ同様の値であった。調査対象とした試験網は摘採適期に達し、平均葉長で20～25cmであった。

(2) 強風時調査

5列張り時の調査は昭和62年1月22日の13時30分から23日の13時30分までの24時間にわたって行ない、一方、中央列のノリ網2枚を取り外した4列張り時の調査は、昭和62年1月23日の14時30分から24日の14時30分までの24時間で行なった。

ノリ網への石膏ボールの設置場所や方法は弱風時調査に準じて行なった。24時間毎に全ての石膏ボールを取り上げ、常法にしたがって減少量を算出した。調査時の平均水温は調査漁場にある六角川自動観測塔の1時間毎のデータから求め、風速は有明海の中央部に設置されている佐賀大学海象観測装置（図1）の日平均風速値を用いた。潮汐

表1 強風時調査の潮汐条件

調査日	満潮時刻(潮位m)	干潮時刻(潮位m)
1月22日	13:35 4.6	19:56 1.2
1月23日	2:10 4.1 14:23 4.3	8:20 1.5 20:59 1.2
1月24日	3:28 3.9 15:30 4.1	9:32 1.9

* 1：水98mlに対し、石膏を140g溶解した。

* 2：携帯用風向風速計（大田計器製作所 Cat. No 24）で測定した。

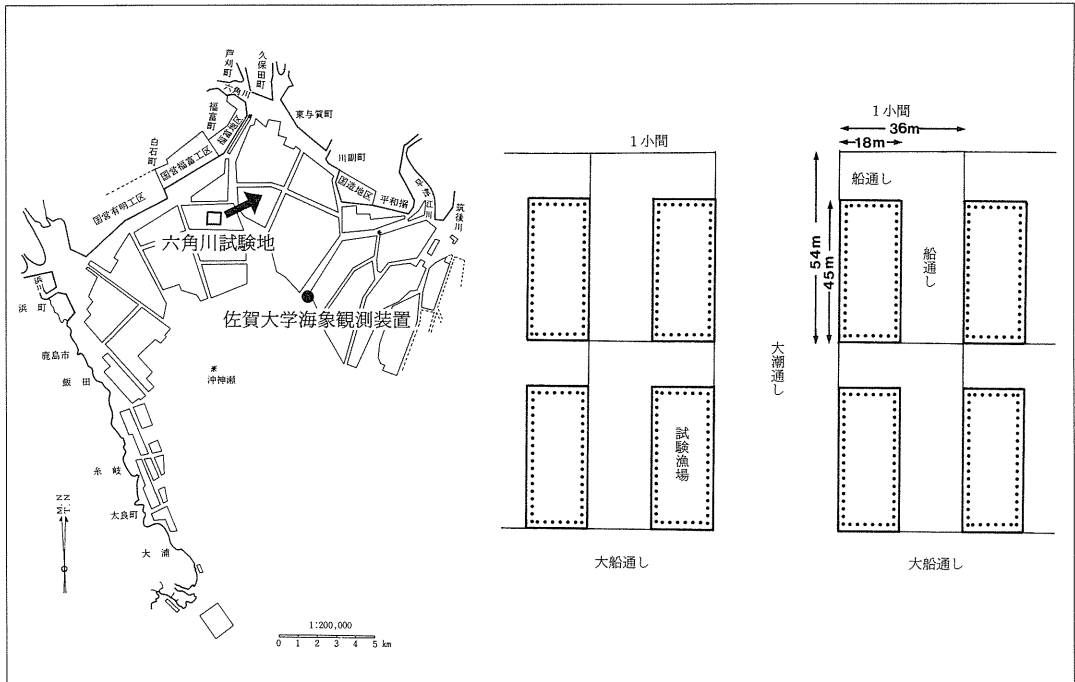


図1 調査漁場位置図

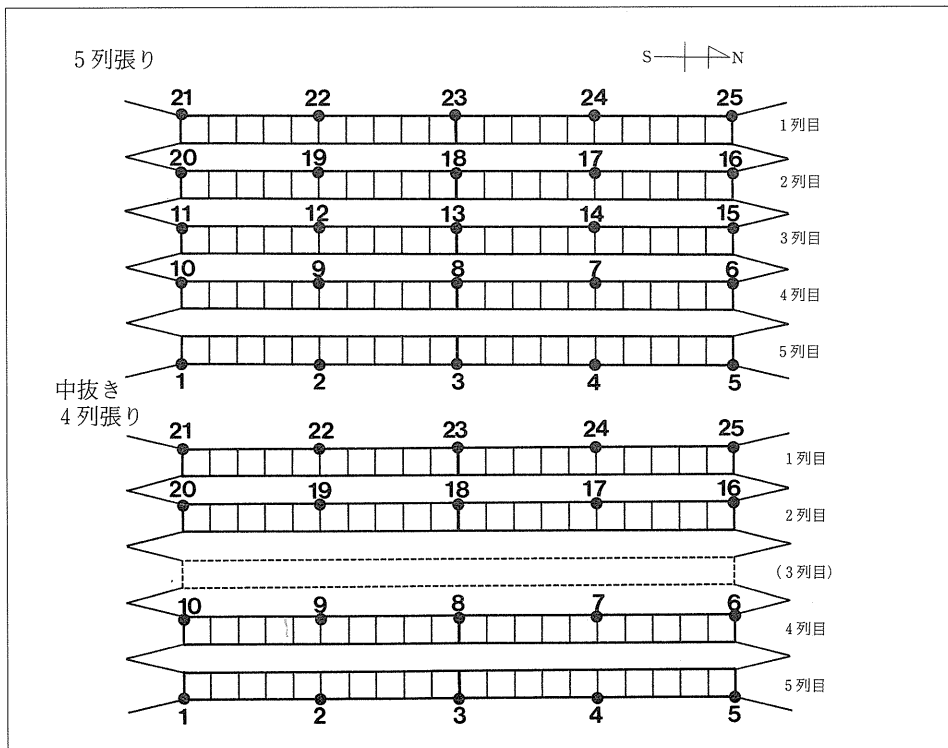


図2 石膏ボール取り付け位置

は住之江港基準潮汐とし、調査時の潮汐は表1のとおりであった。また、調査対象とした試験漁場のノリ網の生育状況は平均葉長で15~20cmに達していた。

結 果

1. 弱 風 時

調査時の気象・海況要素の経時変化を表2に示した。また、5列張り時と中抜き4列張り時の石膏ボール減少量の分布を図3、4に示し、併せて各列毎の平均減少量と流れと直角方向(St. 1~21, St. 2~22等)の平均減少量も示した。

(1) 調査時の気象海況

調査時間を通じ比較的風もなく、風向風速計による風速は5列張り時で1.9m/sec.、4列張り時で1.5m/sec.を示し、5列張り時と4列張りの調査で大差なかった。ちなみに、当日の佐賀大学海象観測の日平均風速は1.5m/sec.、平均波高は0.04m(1/3有義波平均波高で0.07m)であった。測定水温は7°C~8°C台で経過し、両調査ともほぼ同様であった。また、電流流速計による流速は、引き潮時及び満ち潮時のいずれにおいても最大で30cm/sec.台の速さを示し、平均値では前者が18.4cm/sec.、後者が14.9cm/sec.となって、引き潮時がやや大きな値を示した。以上のことから、石膏ボールの減少量に影響を与えると思われる気象・海況条件は5列張り時と中抜き4列張り調査期間中とくに大きな差は認められず、調査条件としてはほぼ一定であったものと判断された。

(2) 5列張り漁場における流れの分布

図3に示したように、5列張り時の各列における石膏ボールの平均減少量は、5列目が3.02gと最も大きく、以下2列目、4列目、1列目の順で小さくなり、3列目の中央列では1.98gと最も小さかった。次いで流れとほぼ直角方向の平均減少量は、最も潮上にあたる南側のSt. 1とSt. 21を結ぶ線上の平均値が3.86gと最も大きく、潮下に向うにつれて減少量は大幅に小さくなった。

以上のことから、5列張り時の小間内の流れの

なお、弱風時、強風時調査の海域の波浪の状況は、平均波高及び1/3有義波平均波高で代表し、いずれも佐賀大学海象観測装置の資料を参考として用いた。

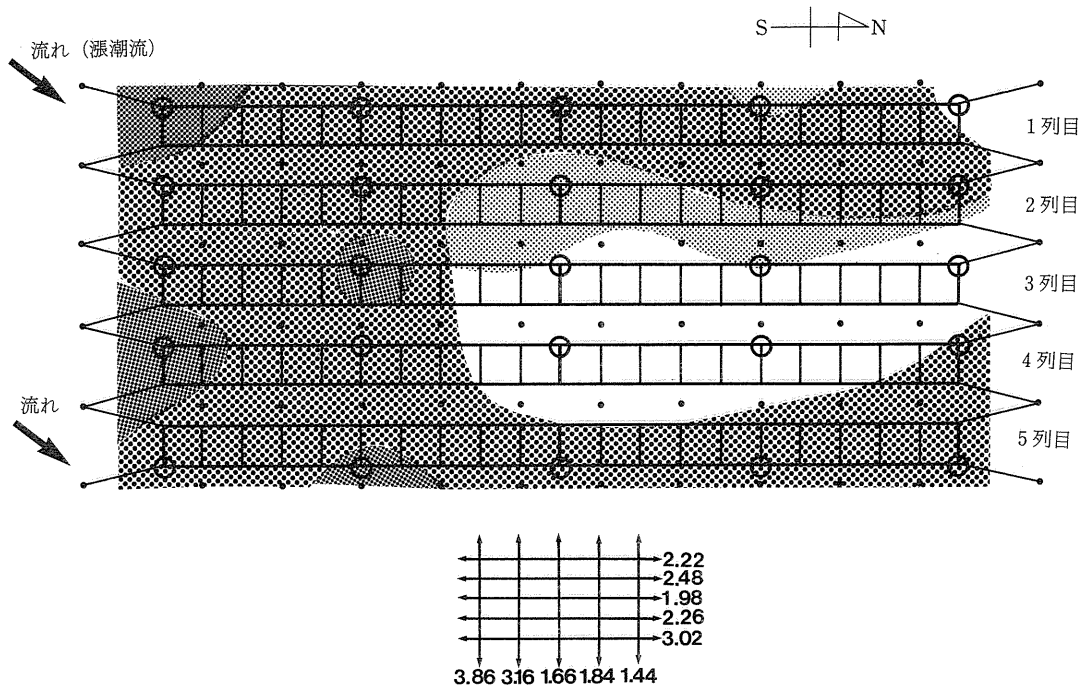
最も遅い分布域は、2~4列目の小間中央部付近から養殖小間の末端にかけてみられ、減少量として0.1~1.6gと、著しく小さな値を示した。

(3) 中抜き4列張り漁場における流れの分布

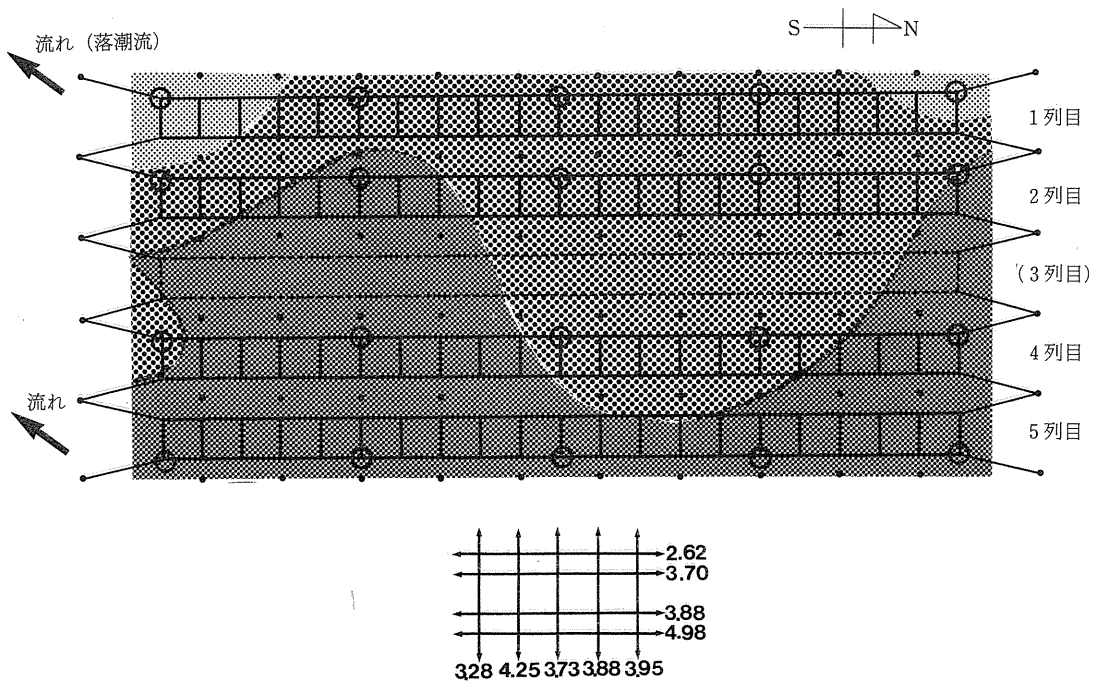
中央列を除いた各列の平均減少量は、5列張り時に比べ全体的に減少量が大きくなっており、比較的平均化した流れの分布を示した。なかでも5

表2 弱風時調査の気象、海況の変化

時刻	4 列 張 り 時			
	水温 (°C)	流速 (cm/sec.)	風向	風速 (m/sec.)
8時30分		5.0		
9時00分	7.5	10.0	W	1.6
9時30分		15.0		
10時00分	7.6	25.0	NW	2.2
10時30分		35.0		
11時00分	8.1	32.0	—	—
11時30分		27.0		
12時00分	8.3	28.0	NE	0.5
12時30分		25.0		
13時00分	8.1	23.0	SE	2.9
13時30分		10.0		
14時00分	8.4	2.0	SSW	1.9
14時30分		2.0		
平均	8.0	18.4	—	1.5
5 列 張 り 時				
14時30分		2.0		
15時00分	8.3	8.0	SW	2.2
15時30分		12.0		
16時00分	8.1	13.0	SSE	2.7
16時30分		27.0		
17時00分	8.7	32.0	S	0.7
17時30分		32.0		
18時00分	8.5	27.0	S	1.8
18時30分		21.0		
19時00分	8.0	13.0	SSW	3.1
19時30分		2.0		
20時00分	8.2	0.0	SW	1.0
20時30分		5.0		
平均	8.3	14.9	—	1.9



□: $1g >$, ◻: $1g \leq < 2g$, ◻: $2g \leq < 4g$, ◻: $4g \leq < 6g$ ●: 支柱竹
 図3 弱風時の5列張りの石膏ボール減少量の分布 (調査時間: 6時間)



□: $1g >$, ◻: $1g \leq < 2g$, ◻: $2g \leq < 4g$, ◻: $4g \leq < 6g$
 図4 弱風時の4列張りの石膏ボール減少量の分布 (調査時間: 6時間)

列目は大潮通しに隣接しているためか平均減少量が4.98gと最も大きくなり、この傾向は5列張りの場合でも同様に認められている。また、5列張り時の養殖小間中央部にみられたような緩流域は、特に認められなかった。

2. 強風時

5列張り時と中抜き4列張り時の調査地点別及び列毎の石膏ボール減少量を表3に示し、その分布を図5、6に示した。

(1) 調査時の気象海況

5列張り調査時の2日間の風の状況は日平均風速で6.7~4.5m/sec.を示し、同様に4列張りでは4.5~4.5m/sec.となっており、5列張りやや大きな風速値を示した。また、5列張り調査時の平均波高は、0.14~0.11m (1/3有義波で0.23~0.17m)で、4列張りが0.11~0.09m (1/3有義波で0.17~0.14m)あった。水温は両調査とも7.8~8.0°C台で経過し大差なかった。

気象・海況条件は両調査で水温についてはほぼ一定であった。しかし、風速や波高の変化からみると、4列張り時よりも5列張り時で風の影響を強く受けたものと推測された。また、調査期間中の潮汐変動から、石膏ボールが受ける積算潮位変動値は5列張りが11.7mで、4列張りが10.0mとなり、潮汐流の影響も5列張りやや大きかった。従って、5列張り時と4列張り時の調査は、潮汐や風速、波浪条件に若干の差が認められたものの全般的にはほぼ同一条件下で実施されたものと判断した。

(2) 5列張り漁場における流れの分布

列毎の石膏ボール平均減少量は、5列目の16.7gを最大に、以下3, 2, 4, 1列目の順で小さくなった。5列目以外の減少量は14.7~15.4gを示し、列による減少量の格差は小さかった。一方、流れと直角方向の平均減少量は、St. 1とSt. 21を結ぶ線及びSt. 5とSt. 25を結ぶ線の地点平均値が15.6~16.6gと大きくなっており、これは養殖

表3 強風時調査の地点別石膏ボール減少量

地点	減少量 (g)		
	5列張り	4列張り	
1	16.9	5列目平均 19.7(1.17) 16.7g	5列目平均 19.7g
2	15.6		
3	17.7		
4	15.7		
5	17.6		
6	16.2	4列目平均 22.8(1.41) 14.8g	4列目平均 20.8g
7	13.5		
8	13.4		
9	15.4		
10	15.6		
11	16.1	3列目平均 — 15.4g	3列目平均
12	15.1		
13	13.6		
14	15.2		
15	16.9		
16	16.8	2列目平均 23.5(1.40) 14.8g	2列目平均 20.9g
17	14.2		
18	14.7		
19	13.4		
20	14.7		
21	14.8	1列目平均 22.5(1.52) 14.7g	1列目平均 22.3g
22	14.2		
23	15.6		
24	13.3		
25	15.6		
3列目を除いた20地点平均	15.2	20.9	

* () 内の数字は5列張りを1.00とした場合の減少量比

小間の最も南側と北側の端の列となっている。この2ライン以外のSt. 2とSt. 22、St. 3とSt. 23、St. 4とSt. 24を結ぶ線の平均値は、14.4~15.0gを示し、養殖小間の南側と北側のラインよりもやや小さな値を示した。減少量の分布を示した図5から、特に養殖小間の2~4列目の中央部を起点に流れの遅い部分が認められた。

(3) 中抜き4列張り漁場における流れの分布

中央列を除いた各列の平均減少量は、5列張り時に比べ全体的に減少量が大きくなっており、比較的均質化した流れの分布が認められ、5列張りの小間中央部に見られたような顕著な緩流域は認められなかった。

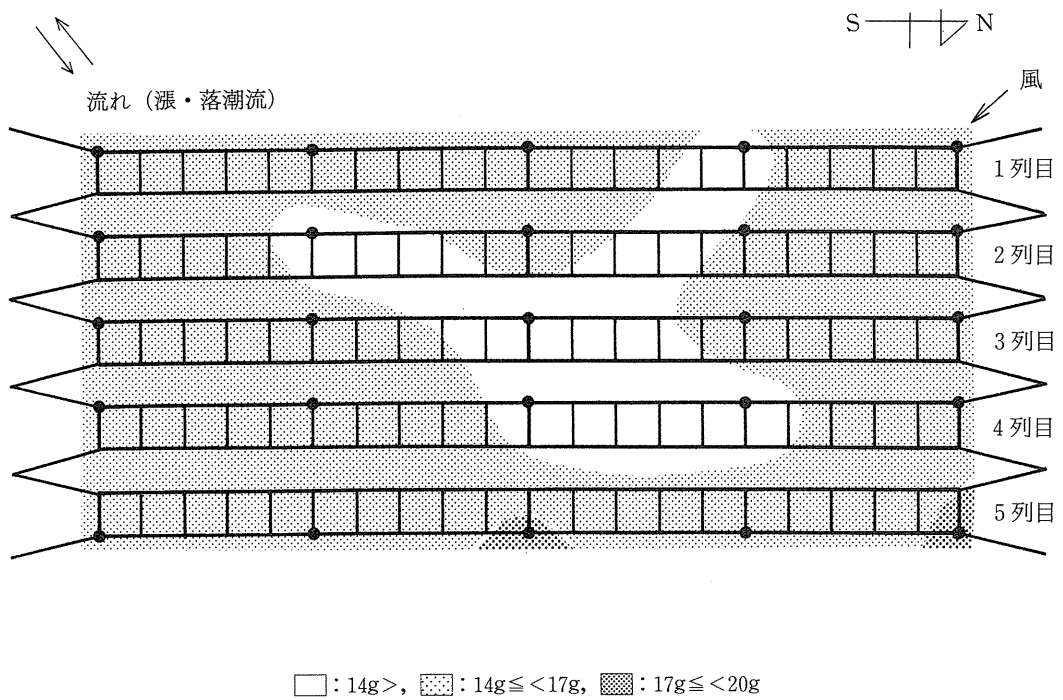


図5 強風時の5列張りの石膏ボール減少量の分布 (調査時間: 24時間)

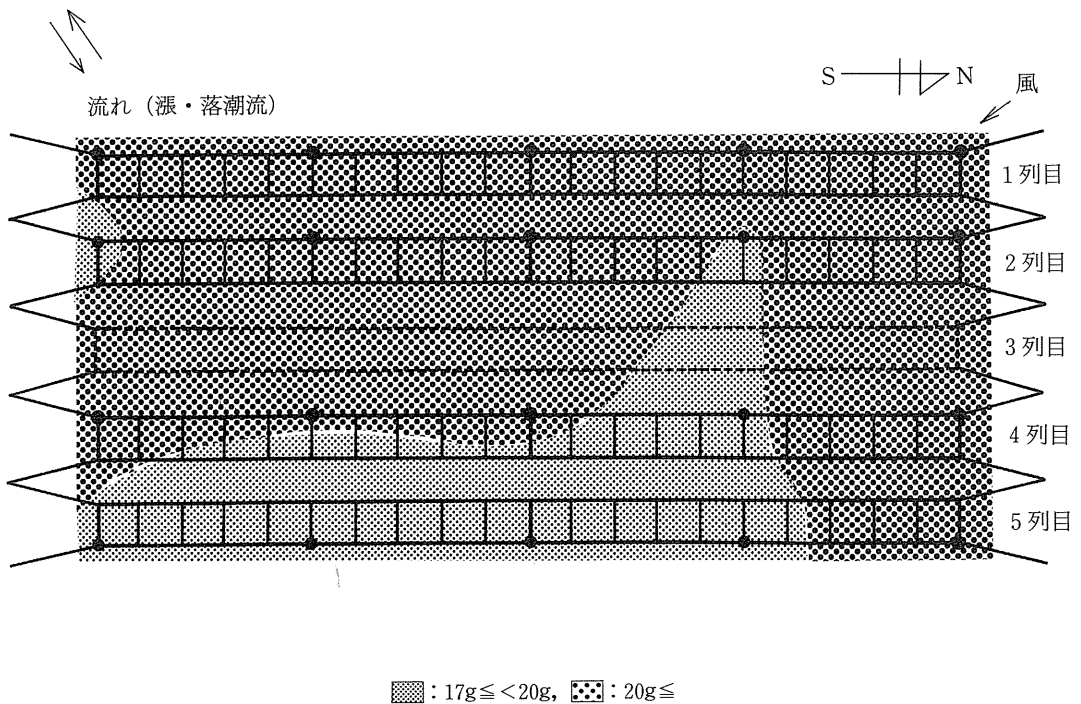


図6 強風時の4列張りの石膏ボール減少量の分布 (調査時間: 24時間)

考 察

気象条件別及びノリ網の張込み方法別の石膏ボール減少量や流速値等を対比すると表4のとおりになる。但し、弱風時の調査は片潮6時間ずつの調査であったため、石膏ボール減少量の平均値を単純に4倍し、強風時の24時間調査と同じレベルにして表示した。

弱風時の5列張りの中抜き4列張りの石膏ボール減少量を中央の3列目を除いた場合の20地点平均値と比較すると、5列張り時では2.4gの減少を示したのに対し、中抜き4列張り時では3.8gと、後者が前者の1.58倍の値を示した。同様に、強風時の5列張りの中抜き4列張りの石膏ボール減少量を同様に3列目を除いた場合の養殖小間平均値(20地点)と比較すると、5列張り時では15.2g(最大17.7g, 最小13.3g)の減少を示したのに対し、中抜き4列張り時では20.9g(最大23.5g, 最小17.6g)と、後者が前者の1.38倍の値を示した。このことは、気象条件が弱風時であろうが強風時であろうが、中抜き4列張りをすることによってノリ網が受ける流動は5列張り時の1.58~1.38倍にも改善されることを示すものであり、ノリの生育環境としてかなりの好転が期待できるものと推測された。また、弱風時や強風時などの気象条件の変化とは無関係に5列張り養殖では、小間内部に共通して流れの遅い緩流域が形成され、4列張りではこの分布域の形成がみられないことも特徴的である。さらに、強風時の5列張り時に最大減少量を示した地点が、4列張り時の最小減少量を示した地点にあたることから、5列張りでも最も流れの速い部分が4列張りでは最も遅い部分に値す

るものと思われた。

一方、前述の一次回帰式を用い石膏ボール減少量から流速値を算出するため、弱風時は減少量を24時間減少量に補正(×4)し、また、BENTの図²⁾をもとに水温補正(減少量×1.90)を加えて流速換算すると、弱風時の5列張りは平均流速が16.4cm/sec.となり、中抜き4列張りでは26.4cm/sec.と示された。同様に強風時の5列張りは平均流速が26.4cm/sec.となり、中抜き4列張りでは36.5cm/sec.と示された。ノリ病害、とくに寄生性の壺状菌病の感染数と流速との関係は平均流速が15cm/sec.と25cm/sec.では大きく異なる⁴⁾ことから、特に弱風時においての4列張り養殖は病害防除という観点からも非常に有効であるものと推測された。

5列張り時と4列張り時の流速を弱風時と強風時でみると、4列張りはいずれの場合でも5列張りの流速値よりも10cm/sec.程度上回る値を示している。従って、4列張りは気象条件には無関係に流速値として10cm/sec.に匹敵する海水流動をもたらすものと推測される。また、弱風時と強風時の5列張り同志及び4列張り同志の流速値を比較すると、5列張り、4列張りとも強風時には流速値で約10cm/sec.に値する流動がおぎなわれていることが共通して認められる。さらに、強風時の5列張りの流速値は、弱風時の4列張りの流速値と同一の値になっており、このことは5列張りを行なっても気象条件が強風となった場合には4列張りに匹敵する流動が得られることを示すものであり、また4列張り養殖時に強風と

表4 弱風時、強風時調査における石膏ボール減少量の比較

張り込み方法/項目	24時間					
	石膏ボール減少量	換算流速	水温	風速	積算潮位変動	気象
5列張り(S.60年度)	9.6g(2.4g)* ¹	16.4cm/s.	8.2	1.5m/s.	12.8m(3.2m)* ²	弱風時
5列張り(S.61年度)	15.2g	26.4cm/s.	7.8	6.7~4.5m/s.	11.7m	強風時
4列張り(S.60年度)	15.2g(3.8g)* ¹	26.4cm/s.	8.3	1.9m/s.	12.4m(3.1m)* ²	弱風時
4列張り(S.61年度)	20.9g	36.5cm/s.	8.0	4.5~4.5m/s.	10.0m	強風時

*1: カッコ内は浸漬時間6時間の減少量、*2: カッコ内は、調査時間6時間の変動

なった場合にはなお一層流動が良くなるものと考えられる。換言すれば、4列張り養殖は「強風」に匹敵する効果をもつと言えそうである。

終りに、本研究の実施にあたり、種々の貴重な御助言をいただいた水産庁西海区水産研究所資源

増殖部藻類・介類研究室長の鬼頭鈞博士に厚く御礼申し上げる。また、流れに対する御指導を賜った京都大学農学部教授川合英夫博士、小松輝久博士に感謝の意を表す。

要 約

1. 気象条件が安定したなぎの時期（弱風時）と波浪の強い、いわゆる時化の時期（強風時）を選定し、1小間を調査対象として、5列張りの中抜き4列張りの小間内の流速の相違について石膏ボール法により定量的に調査し、ノリ網の張込み方法と気象条件の変化が漁場内の流れに及ぼす影響について検討した。

2. 弱風時、強風時とも小間内における減少量の分布は、中抜き4列張りが比較的平均化した様相を示したのに対し、5列張りでは偏った分布を示し、特に小間中央部で減少量の小さな分布域が形成された。

3. 弱風時の6時間石膏ボール減少量は、5列張り時に小間平均2.4gであったのに対し、中抜き4列張りでは3.8gとなり、後者が前者の1.58倍の値を示した。減少量をノリ網が受ける流れに換算すると、前者が16.4cm/sec.となり、後者が26.4cm/sec.と示された。

4. 強風時の24時間石膏ボール減少量は、5列張り時で小間平均15.2gであったのに対し、中抜き4列張りでは20.9gとなり、後者が前者の1.38倍の値を示した。減少量をノリ網が受ける流れに換算

すると、前者が26.4cm/sec.となり、後者が36.5cm/sec.と示された。

5. 5列張り時と4列張り時の流速を弱風時と強風時で比較すると、4列張りはいずれの場合でも5列張りの流速値よりも10cm/sec.程度上回る値を示し、4列張りは気象条件には無関係に流速値として10cm/sec.に匹敵する海水流動をもたらすものと推測された。

6. 弱風時と強風時の5列張り同志及び4列張り同志の流速値を比較すると、5列張り、4列張りとも強風時には流速値で約10cm/sec.に値する流動がおぎなわれた。このことは5列張りを行なっても気象条件が強風となった場合には4列張りに匹敵する流動が得られることを示すものであり、また4列張り養殖時に強風となった場合にはなお一層流動が良くなるものと考えられた。換言すれば、4列張り養殖は「強風」に匹敵する効果をもつと言えそうである。

7. 中抜き4列張り法は従来からの5列張り法に比べ流況的にかなり改善されることから、ノリの健全な生育をうながし、さらに病害防除に対しても有効であるものと推測された。

文 献

- 1) 七浦漁協研究グループ 1986: ノリ漁場利用の改善による品質向上 漁村, Vol. 52, 1, 30-35.
- 2) BENT, J. MUUS 1968: A field method for measuring "EXPOSURE" by means of plaster balls. 2nd European Symposium on Marine

Biology, SARSIA 34, 61-68.

- 3) 小松輝久: 私信

- 4) 中尾義房・山下康夫・小野原隆幸・島崎大昭・川村嘉応 1983: ノリ壺状菌の生理・生態に関する研究-II, 佐賀有明水試報告, 第8号, 52-53.