

## 香川県沿岸域におけるノリ漁期中の溶存態無機窒素の 変動に及ぼす環境因子

大山憲一・藤沢節茂\*・安部昌明\*・北尾登史郎\*\*

Environmental factors influencing the changes in dissolved inorganic nitrogen during the season of *Porphyra yezoensis* cultures in the coastal area of Kagawa Prefecture, Seto Inland Sea, Japan

Kenichi OYAMA, Tokishige FUJISAWA, Masaaki ABE and Toshiro KITAO

Based on the changes in dried sheet production of nori *Porphyra yezoensis* in the coastal area of Kagawa Prefecture, we regard fiscal 1990–2001 as the stable period and fiscal 2002–2008 as the low period. We assess the changes in dissolved inorganic nitrogen (DIN) in this region during the season of nori culture (October–March) and discuss the environmental factors influencing these changes using multiple linear regression analysis.

DIN concentration throughout the season of culture was strongly influenced by that between early-mid October and mid-November when it was highest; thereafter, a decrease was recorded during mid-February to early March. On comparing the maximum DIN concentration between the stable and low periods, the latter was found to be approximately 1–4  $\mu\text{g-at/L}$  lower than the former. A significant negative correlation was observed between DIN concentration and salinity of the sea according to multiple linear regression analysis; the salinity during the low period was higher than that during the stable period. With regard to the factors involved in reduced DIN concentration during the low period, it is believed that the amount of rainfall and the number of rivers flowing from September to October during the low period were lower than those during the stable period. Other factors influencing the increase and decrease in DIN in a short period believed to exert effects include increases in phytoplankton levels and transportation of water mass.

キーワード：DIN, 栄養塩, ノリ, 重回帰分析

瀬戸内海における漁業生産量は、1980年代に最大となり、その後は減少傾向にある<sup>1)</sup>。カタクチイワシ、マイワシ、イカナゴ、アサリ類を始めとする漁業資源の減少<sup>1)</sup>や、養殖ノリの色落ち問題<sup>2~4)</sup>等、水産業の立場からみると、近年の瀬戸内海は多くの問題を抱えているといえる。これらの要因には、過剰な漁獲、沿岸部・浅海域の埋め立て等の問題の外、多田ら<sup>5)</sup>は栄養

塩濃度の変動に原因がある可能性が極めて高いと指摘している。

瀬戸内海の栄養塩濃度について、水質の悪化が進んだ高度経済成長期（1955～1973年）から現在までの連続したデータはないが、1973年に制定された瀬戸内海環境保全臨時措置法（1978年に恒久法化）および1978年に制度化された水質総量規制により、COD、

\* 現 香川県水産試験場, \*\* 現 香川県水産課

窒素およびリンの海域への負荷量削減対策が継続的に行われ、陸域での発生負荷量は減少してきている<sup>1)</sup>。その結果、瀬戸内海の水質はかなり改善し、溶存態無機窒素 (DIN) およびリン酸態リン濃度は、1980年代前半に急激に減少した後、おおむね横這い傾向にある<sup>6)</sup>。しかし、瀬戸内海東部の播磨灘では、1990年頃から栄養塩濃度の減少が一段と進んでおり<sup>5,7)</sup>、この現象を多田ら<sup>5)</sup>は「栄養塩異変」と呼び、従来の法的規制とは別の要因によって減少している可能性を論じている。

ノリは、光合成を行って成長することから、海水中の栄養塩、とりわけ DIN はその品質や生産量に直接的な影響を及ぼす<sup>8)</sup>。DIN の変動の要因を検討するうえで、乾ノリ生産量はよい指標となる。本研究では、香川県における乾ノリ生産量の推移<sup>9)</sup> から、1990～2001年度を「乾ノリ生産安定期」、2002～2008年度を「乾ノリ生産低迷期」とし、現場海域のDINの変動を整理するとともに、その変動に及ぼす環境因子について重回帰分析を用いて検討を行った。

### 材料および方法

**海洋調査** DIN、塩分、クロロフィル *a* およびプランクトンの細胞密度は、1990～2008年度のノリ漁期 (10～3月) に実施したノリ養殖漁場調査から得た。すなわち、香川県下のノリ養殖漁場の15～22点 (Fig. 1) において、週1回から2週間に1回の頻度で地元

漁業協同組合によって採取されたノリ養殖漁場の表層水 1 L のうち、200 mL を孔径 8  $\mu\text{m}$  のメンブレンフィルター (Millipore) でろ過して 10 mL に濃縮し、プランクトンの検鏡に供した。また、700 mL をガラスファイバーフィルター (Whatman, GF/F) によりろ過し、ろ液を塩分の測定および自動分析装置による栄養塩の分析に、ろ紙をクロロフィル *a* の分析にそれぞれ供した。得られたデータは、塩分のクラスター分析を基準として区分した5つの海域 (播磨灘、小豆島北部、備讃瀬戸東部、備讃瀬戸中部、備讃瀬戸西部) ごとに集計した (Fig. 1)。これは、次に述べる重回帰分析においても同様の区分で集計した。

**重回帰分析** 香川県の乾ノリ生産低迷期 (2002～2008年度) におけるDINの変動に及ぼす環境因子を検討するため、変数選択-重回帰分析を行った。本分析は、複数の説明変数の中から目的変数に大きく影響を与えている変数だけを用いて回帰式を求める手法で、変数選択の方法は変数増加法で行い、変数選択の基準としてF値が2以上の場合を有効な変数として選択した。

目的変数はノリ養殖漁場調査で得られたDINとし、説明変数は塩分、クロロフィル *a*、ノリ色落ちを引き起こす代表的な珪藻類として *Eucampia zodiacus* の細胞密度を用いた。さらに、水温自動観測ブイによる屋島湾口の水深 1.5 m 層の午前9時の水温、高松地方気象台における降水量、全天日射量、北西風、和歌山検潮所と宇和島検潮所の水位差および北西風と水位差の積を通過流<sup>10)</sup>とし、説明変数に加えた。降水量は観測

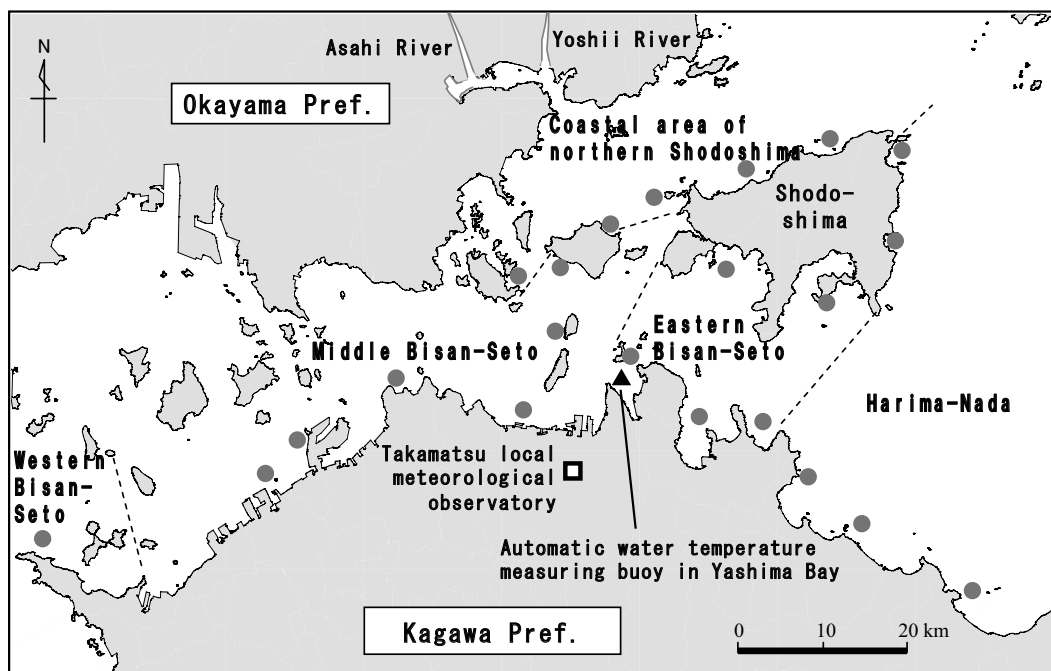


Fig. 1. Location of sampling stations at nori culture grounds (circles) and a section of the coastal area in Kagawa Prefecture.

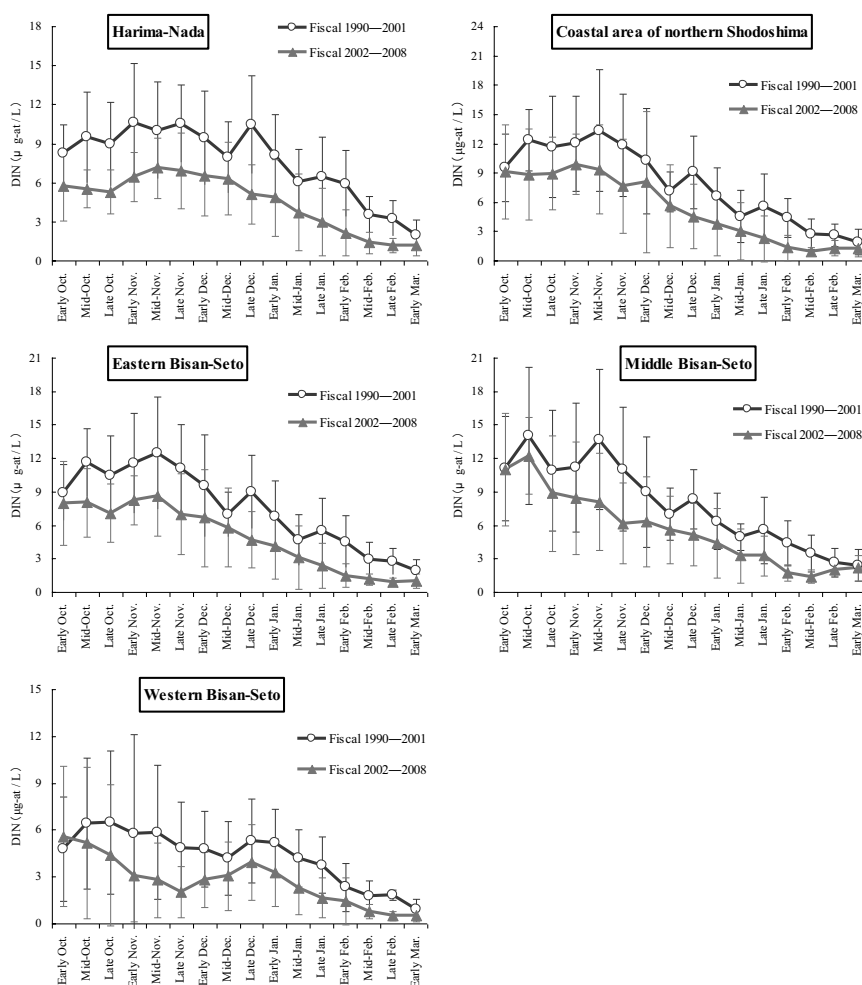
## 結 果

日とその前4日間の積算値, 全天日射量は観測日とその前2日間の積算値, 北西風は1時間毎の風向データを, 北西成分を1とする北西-南東成分に変換し, それに風速を乗じた値とし, 観測日とその前2日間の積算値とした。水位差は和歌山検潮所の潮位の日平均偏差から宇和島検潮所の日平均偏差を引いた値とし, 観測日とその前2日間の平均値とした。降水量, 全天日射量, 北西風および水位差のデータは, 気象庁気象統計情報 (<http://www.jma.go.jp/jma/menu/report.html>) から引用した。

分析は2つの設定で行った。1つは, ノリ養殖漁場調査実施日における DIN 濃度に及ぼす環境因子を検討するため, 調査実施日における各データをそのまま解析した。もう1つは, 同調査実施日から次の実施日までの DIN 濃度の短期的な増減に及ぼす環境因子を検討するため, 直近(1~2週間)の各データの差分をとって日単位あたりの増減に変換して解析した。解析は, エクセル統計実用多変量解析編<sup>1)</sup>を用いて行った。

**DIN の変動** ノリ養殖漁場調査によって得られた DIN を海域別に集計した (Fig. 2)。ノリ漁期を通じて, 乾ノリ生産安定期より低迷期が低く推移し, DIN の最高値は, 全海域で低迷期が安定期より  $1 \sim 4 \mu\text{g-at/L}$  程度低かった。DIN が最も高くなるのは安定期, 低迷期ともに10月上中旬~11月中旬であり, DIN の最高値以降の減少率も両期ではほぼ同様であった。瀬戸内海でノリの色落ちが始まる目安となる DIN 濃度は  $3 \mu\text{g-at/L}$  といわれている<sup>3)</sup> が,  $3 \mu\text{g-at/L}$  を下回る時期が, 安定期では2月上旬から下旬以降であったのに対し, 低迷期では1月中旬から下旬以降であり, 低迷期は安定期に比べて1か月程度早まっていたことが分かった。

**DIN 濃度に及ぼす環境因子** 乾ノリ生産低迷期(2002~2008年度)における DIN 濃度に及ぼす環境因子の重回帰分析の結果を Table 1 に示す。備讃瀬戸西部の



**Fig. 2.** Changes in DIN concentration at nori culture grounds in Kagawa Prefecture. Panels show each section of the coastal area. Fiscal 1990–2001, stable period; fiscal 2002–2008, low period of dried sheet production of nori in Kagawa Prefecture. Bars indicate standard deviation.

重回帰係数  $R$  は 0.67 と他の海域より低かったが、備讃瀬戸西部を除く他の海域の重回帰係数  $R$  は 0.85 ~ 0.93 で、概ね高い相関が得られた。全海域で塩分の標準回帰係数および  $F$  値は最も高く、DIN の変動に大きな影響を及ぼすことが示された。選択された説明変数は、備讃瀬戸西部で塩分のみであったが、他の海域では水温、クロロフィル  $a$ 、全天日射量、北西風も選択された。

DIN 濃度の短期的な増減に及ぼす環境因子 DIN 濃

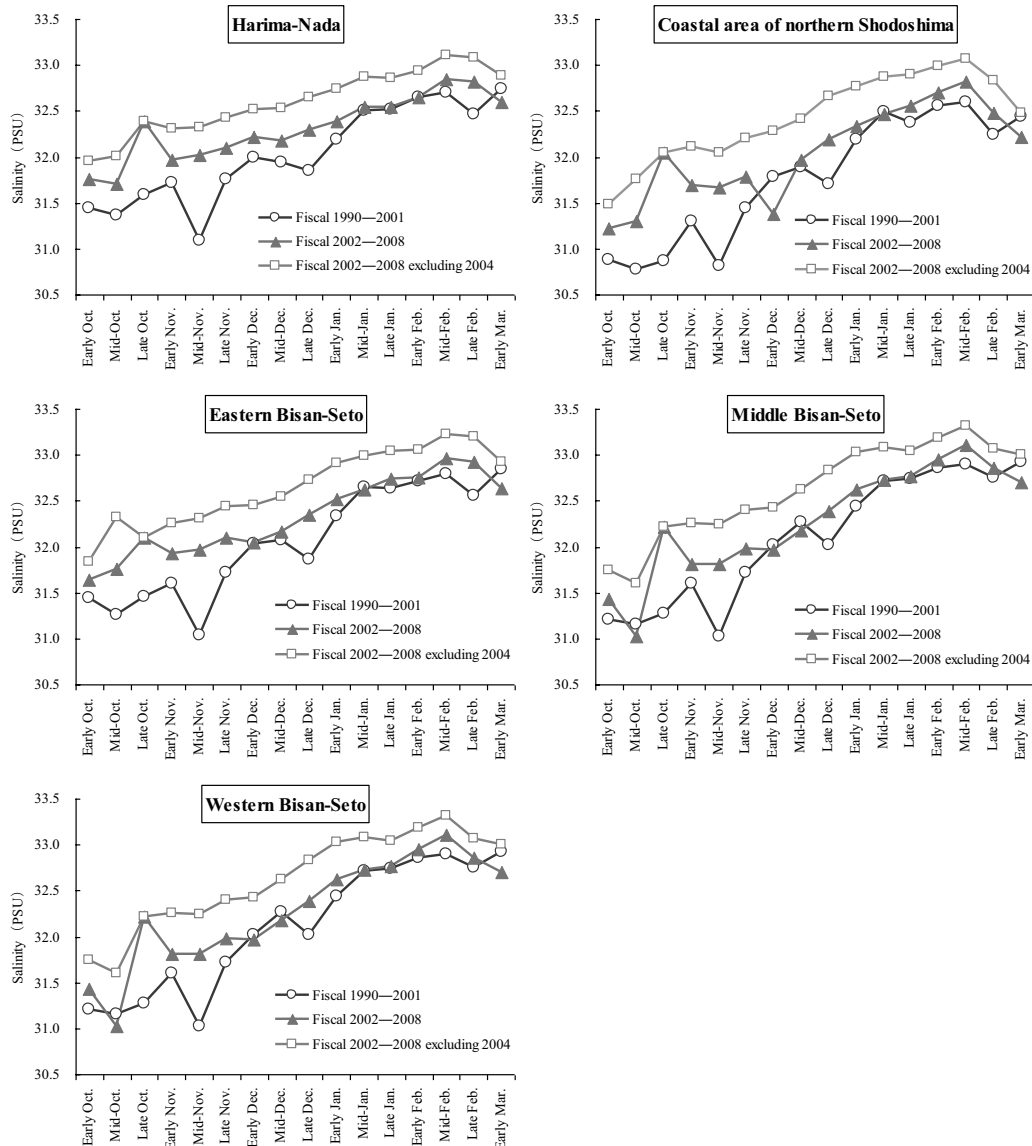
度の短期的な増減に及ぼす環境因子の重回帰分析の結果を Table 2 に示す。各海域の重回帰係数  $R$  は 0.38 ~ 0.79 であった。選択された説明変数のうち、備讃瀬戸西部ではクロロフィル  $a$  の標準回帰係数および  $F$  値が最も高かった。他の海域では、塩分が最も高かった。各海域で選択された説明変数は 3 ~ 5 個で、北西風、*E. zodiacus*、降水量、全天日射量、通過流（北西風×水位差）であった。

Table 1 Environmental factors influencing the changes in DIN using multiple linear regression analysis

Sea area	n	Multiple regression coefficient ( R )	Installed variable	Standard regression coefficient	F value
Harima-Nada	144	0.85	Salinity	-0.59	145.3
			Water temperature	0.47	82.2
			Chlorophyll $a$	-0.26	30.2
			Global solar radiation	-0.20	19.9
			Northwest wind	0.17	12.7
Coastal area of northern Shodoshima	144	0.93	Salinity	-0.62	315.8
			Water temperature	0.46	162.3
			Chlorophyll $a$	-0.16	24.9
			Northwest wind	0.10	8.6
			Global solar radiation	-0.08	5.7
Eastern Bisan-Seto	144	0.89	Salinity	-0.56	173.8
			Water temperature	0.52	134.0
			Chlorophyll $a$	-0.14	13.2
			Northwest wind	0.12	9.3
			Global solar radiation	-0.11	8.0
Middle Bisan-Seto	146	0.89	Salinity	-0.67	237.9
			Water temperature	0.36	70.7
			Chlorophyll $a$	-0.15	13.9
			Global solar radiation	-0.06	2.5
Western Bisan-Seto	141	0.67	Salinity	-0.67	112.7

Table 2 Environmental factors influencing the increase and decrease in DIN in a short period using multiple linear regression analysis

Sea area	n	Multiple regression coefficient ( R )	Installed variable	Standard regression coefficient	F value
Harima-Nada	135	0.51	Salinity	-0.37	21.1
			Northwest wind	0.32	15.2
			<i>Eucampia zodiacus</i>	-0.28	12.6
			Chlorophyll $a$	-0.28	11.9
			Rainfall amount	0.28	11.7
Coastal area of northern Shodoshima	135	0.79	Salinity	-0.69	166.5
			Northwest wind	0.23	17.3
			Chlorophyll $a$	-0.15	7.3
			<i>Eucampia zodiacus</i>	-0.12	5.1
Eastern Bisan-Seto	135	0.45	Salinity	-0.28	12.6
			Northwest wind	0.21	7.4
			Chlorophyll $a$	-0.19	5.5
			Rainfall amount	0.13	2.6
			<i>Eucampia zodiacus</i>	-0.13	2.5
Middle Bisan-Seto	138	0.69	Salinity	-0.61	92.6
			Global solar radiation	-0.18	7.6
			Chlorophyll $a$	-0.16	6.8
Western Bisan-Seto	133	0.38	Chlorophyll $a$	-0.34	17.1
			Northwest wind	0.14	2.8
			Through flow	0.13	2.4



**Fig. 3.** Changes in salinity in nori culture grounds in Kagawa Prefecture. Panels show each section of coastal area. Fiscal 1990–2001, stable period; fiscal 2002–2008, low period of dried sheet production of nori in Kagawa Prefecture. Data for 2004, when rainfall was exceptionally high because of typhoons, have been excluded.

## 考 察

**DIN 濃度に及ぼす環境因子** DIN 濃度に及ぼす環境因子を重回帰分析した結果、全海域で塩分が最も大きな影響を及ぼすことが示された。本調査から得られた塩分の DIN に対する全海域の平均標準回帰係数は  $-0.64$  で、DIN と塩分の間には有意な負の相関関係が認められた ( $P < 0.01$ )。Fig. 2 で示した DIN の変動と同様に、ノリ漁期中の塩分の変動を安定期と低迷期で比較すると、10月上旬～2月下旬までの間は低迷期が安定期より明らかに高く推移していた (Fig. 3)。さらに、日本への台風の上陸数が観測史上最も多く、高松における日降水量が観測史上最大を記録するなど集

中的な豪雨に見舞われた 2004 年を除いて比較すると、低迷期における高塩分化が明確であった (Fig. 3)。塩分の変動要因には、降雨、河川水・地下水の流入のほか、北西風による高塩分水塊の移送、豊後水道と紀伊水道の水位差、黒潮流軸の接岸等も挙げられるが、最も影響が大きいと考えられる降雨と河川水に着目し、安定期と低迷期における高松地方気象台の旬別平均降水量の差を Fig. 4 に、香川県沿岸域に流入する一級河川のうち、流量が多く過去からのデータが整備されている岡山県吉井川 (御休観測所) + 旭川 (牧山観測所) の安定期と低迷期の旬別平均流量差を Fig. 5 に示す。流量データは国土交通省水文資料 (<http://www1.river.go.jp/>) から引用した。Fig. 4～5 より、安定期にお

ける9～10月の降水量および河川流量が低迷期に比べて多い傾向が明らかであった。この傾向は、集中的な豪雨に見舞われた2004年を除いて比較するとより明確であった。

低迷期における秋季の河川水の流量の低下が、現場で測定されたDIN濃度の低下にどの程度の影響を及ぼしているのか大まかに把握するため、次のとおり試算した。

吉井川+旭川の9～10月の2ヶ月間における安定期と低迷期の流量差：

$$(7.04 - 5.30) \times 10^8 = 1.74 \times 10^8 \text{ m}^3 \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

吉井川+旭川から海域に流入する9～10月の平

均DIN濃度<sup>12)</sup> :  $55.9 \mu\text{g-at/L} \dots\dots\dots \textcircled{2}$   
 安定期と低迷期で河川中のDINの差はないと仮定したときのDIN負荷量：

$$\textcircled{1} \times \textcircled{2} \times 10^3 = 9.72 \times 10^{12} \mu\text{g-at} \dots\dots\dots \textcircled{3}$$

備讃瀬戸の容積<sup>1)</sup> :  $1.73 \times 10^{10} \text{ m}^3 \dots\dots\dots \textcircled{4}$

本調査によって得られた播磨灘、小豆島北部、備讃瀬戸東部および備讃瀬戸中部海域における安定期の最高DIN濃度と低迷期の最高DIN濃度の差の平均 :  $(3.78 + 4.32 + 4.42 + 3.60) / 4 = 4.03 \mu\text{g-at/L} \dots\dots\dots \textcircled{5}$

吉井川+旭川から流入するDINが、備讃瀬戸の2分の1の容積に負荷されると仮定した場合：

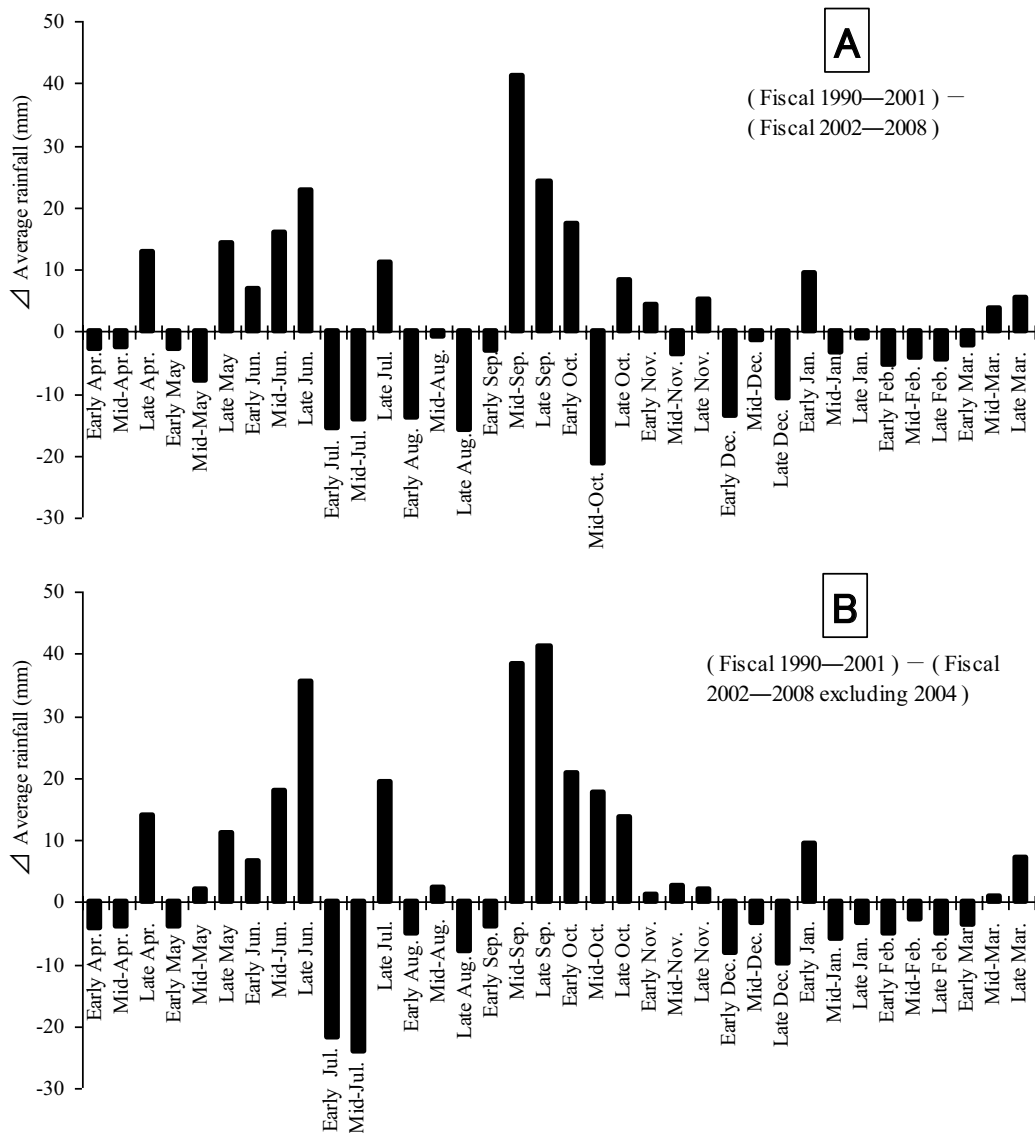


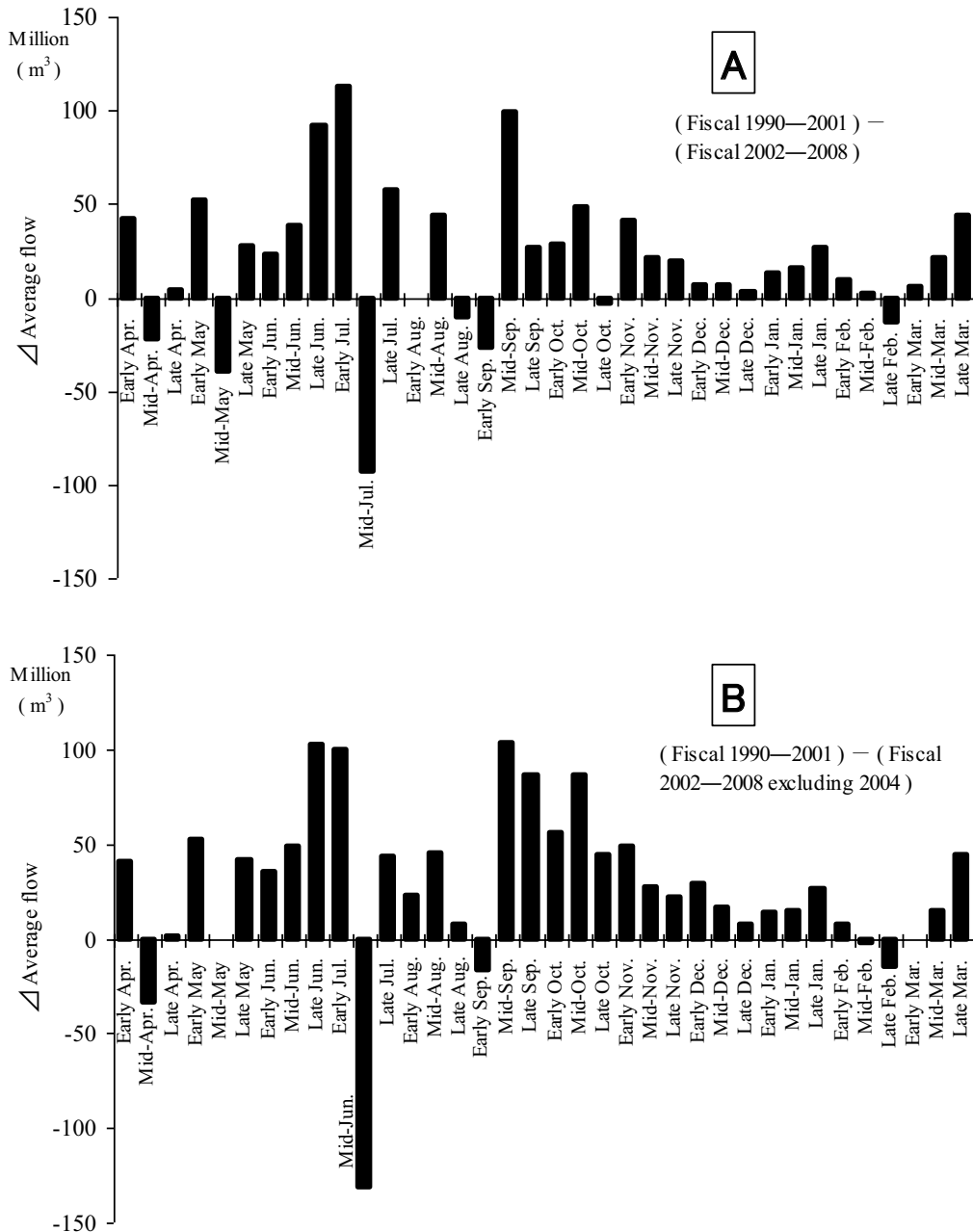
Fig. 4. Difference in average rainfall in Takamatsu between the stable (fiscal 1990–2001) and low periods (fiscal 2002–2008) of dried sheet production of nori in Kagawa Prefecture. A, average rainfall in fiscal 2002–2008 subtracted from that in fiscal 1990–2001; B, average rainfall in fiscal 2002–2008 (excluding 2004) subtracted from that in fiscal 1990–2001. Rainfall data cited from Japan Meteorological Agency (<http://www.jma.go.jp/jma/menu/report.html>).

$$\textcircled{3} / (\textcircled{4} / 2) / (\textcircled{5} \times 10^3) \times 100 \doteq 28 \%$$

以上の計算より、低迷期における DIN の減少量の 28% が吉井川 + 旭川から流入する DIN の減少に起因すると推定された。同様に、吉井川と旭川から流入する DIN が、備讃瀬戸の 3 分の 1 の容積に負荷されると仮定した場合は、42% と試算された。

河川流量として、本試算では小豆島北部海域に流入する岡山県側の吉井川と旭川のデータを示したが、播

磨灘北部（兵庫県側）からの淡水流入の影響が約 1 か月後に香川県の播磨灘南部に認められると報告されている<sup>13)</sup>ことから、大きな河川の無い香川県沿岸域の DIN 濃度は、岡山県および兵庫県から流入する河川水に大きな影響を受けていることが伺える。播磨灘、小豆島北部、備讃瀬戸東・中部海域の DIN 濃度のピークが 11 月上旬中甸であったのに対し、備讃瀬戸西部では 10 月上旬中甸と早かったことは、当海域の DIN 濃度



**Fig. 5.** Difference in the average flow (million m<sup>3</sup>) of Yoshii and Asahi Rivers between the stable (fiscal 1990–2001) and low periods (fiscal 2002–2008) for dried sheet production of nori in Kagawa Prefecture. A, average flow in fiscal 2002–2008 subtracted from that in fiscal 1990–2001; B, average flow in fiscal 2002–2008 (excluding 2004) subtracted from that in fiscal 1990–2001. River data cited from water information system, Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Japan (<http://www1.river.go.jp/>).

は他の海域ほど河川水の影響を受けずに変動すると推察された。また、備讃瀬戸西部では DIN 濃度に及ぼす因子が塩分を除いて選択されず、当海域は他の海域ほど多数の因子の影響を受けないと考えられた。

**DIN 濃度の短期的な増減に及ぼす環境因子** DIN 濃度の短期的な増減に及ぼす環境因子を重回帰分析した結果、備讃瀬戸西部を除く海域では塩分が最も大きな影響を及ぼしていた。重回帰係数、選択された説明変数の標準回帰係数および F 値を DIN 濃度に及ぼす環境因子の分析結果と比較すると、全般に低下傾向を示していた。そこで、全データの実測値と重回帰分析の予測値の残差を Fig. 6 に示すと、DIN の変動が小さいと予想される場合の残差が大きく、DIN の変動が大きいと予想される場合の残差は小さい傾向にあった。このことは、DIN の変動が  $\pm 0.2 \mu\text{g-at} / \text{L}$  程度と小さい場合、今回利用した説明変数、調査頻度、解析範囲などの条件では DIN の予測が難しいことが分かった。DIN 濃度に及ぼす分析では選択されなかった *E. zodiacus* が播磨灘、小豆島北部、備讃瀬戸東部で選択された。これは、本県海域で本種のブルームに伴う DIN の減少が 2005 年 2 月<sup>4)</sup>、2006 年 1 ~ 4 月<sup>4)</sup> に報告されており、現場の実態を反映した結果と解釈できる。また、備讃瀬戸西部では、クロロフィル *a* が最も

影響の大きい説明変数として選択された。外にも、北西風が備讃瀬戸中部を除く、全海域で説明変数として選択された。

以上の結果より、DIN 濃度の短期的な変動には、塩分の外、植物プランクトンの増殖、風による水塊の移動などの影響を受けることが明らかになった。堀ら<sup>15)</sup>は、冬季の播磨灘を対象海域とした 10 日程度先の栄養塩類および植物プランクトン分布を予測する短期予測システムを開発し、実用化している。すなわち、任意の時刻、任意の気象条件下の流動場を、鉛直流速、潮汐流、吹送流、密度流から推測し、メッシュ分割した播磨灘のメッシュ濃度をオイラーの視点で計算し、濃度分布の変化を計算するものである。本研究で対象とした海域においても、DIN の増減を実用レベルで予測するには、上述したレベルでのデータの収集と計算が必要となる。

## 謝 辞

本報の作成にあたり、有益な助言を賜った香川県赤潮研究所顧問岡市友利博士、小野知足博士、ご指導を賜った同研究所所長吉松定昭博士、調査・分析に多大な協力をいただいた香川県水産試験場ノリプロジェクトチーム、香川県漁業協同組合連合会、香川県ノリ養殖関係漁業協同組合の皆様および気象情報の収集に協力していただいた高松地方気象台防災業務課の皆様には厚く御礼申し上げます。

## 引用文献

- 1) 社団法人瀬戸内海環境保全協会：2010，平成 21 年度瀬戸内海の環境保全資料集，社団法人瀬戸内海環境保全協会，兵庫，104pp.
- 2) 西川哲也，宮原一隆，長井 敏：2000，播磨灘産大型珪藻 *Coscinodiscus wailesii* の増殖に及ぼす水温，塩分の影響．日水誌，**66**，993 - 998.
- 3) 松岡 聡，吉松定昭，小野 哲，一見和彦，藤原宗弘，本田恵二，多田邦尚：2005，備讃瀬戸東部（香川県沿岸）におけるノリ色落ちと水質環境．沿岸海洋研究，**43**，77 - 84.
- 4) 大山憲一，吉松定昭，本田恵二，安部享利，藤沢節茂：2008，2005 年 2 月に播磨灘から備讃瀬戸に至る香川県沿岸域で発生した大型珪藻 *Chaetoceros densus* のブルーム：発生期の環境特性とノリ養殖への影響．日水誌，**74**，660 - 670.

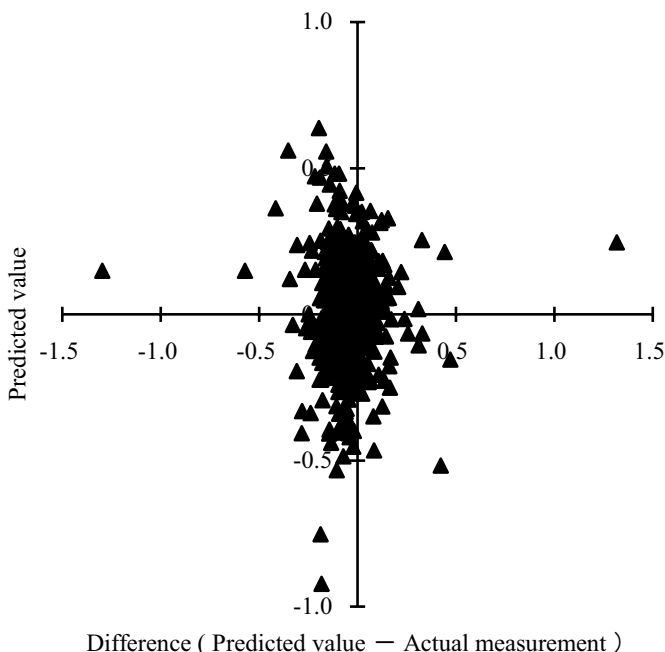


Fig. 6. Difference between predicted value and actual measurement by multiple linear regression analysis for all areas of nori culture grounds in Kagawa Prefecture, 2002–2008.



- 5) 多田邦尚, 藤原宗弘, 本城凡夫: 2010, 瀬戸内海の水質環境とノリ養殖. 分析化学, **59**, 945-955.
- 6) 樽谷賢治: 2007, 瀬戸内海の水質環境の30年間の変化-水産の水質モニタリング“浅海定線観測調査”のとりまとめ-. 日本ベントス学会誌, **62**, 52-56.
- 7) 堀 豊, 望月松寿, 島本信夫: 2008, 播磨灘北部海域におけるノリ色落ちと漁場環境の変遷. 水産海洋研究, **72**, 107-112.
- 8) 有賀祐勝: 2003, 有明海ノリ問題に関するコメント. 日本水誌, **69**, 432-433.
- 9) 藤原宗弘, 山賀賢一: 2011, 平成20年度ノリ養殖概況. 平成20年度香水試事報, 香川, 55-58.
- 10) 藤原建紀, 肥後竹彦: 1986, 瀬戸内海の通過流量と物質輸送に対する風の効果. 沿岸海洋研究ノート, **23**, 109-119.
- 11) 柳井久江: 2005, エクセル統計実用多変量解析編. オームエス出版, 埼玉, pp.36-42.
- 12) 近藤正美, 岩本俊樹, 高木秀蔵, 石黒貴裕, 清水泰子: 2011, 備讃瀬戸における窒素・リンの動態解明と栄養塩の有効利用技術の開発. 平成22年度海面養殖業振興対策事業のうち新たなノリ色落ち対策技術開発のうち「沿岸海域の栄養塩管理技術の開発委託事業」成果報告書, 広島, pp.9-14.
- 13) 帰山秀樹, 一見和彦, 多田邦尚: 2011, 東部瀬戸内海内湾域の志度湾における物理環境, 栄養塩濃度およびクロロフィル *a* 濃度の季節変化および経年変動. 海と空, **86**, 25-33.
- 14) 吉松定昭, 山田達夫, 本田恵二, 安部享利, 龍満直起, 松岡 聡, 大山憲一: 2008, 平成18年の赤潮発生状況. 平成18年度香川県赤潮研究所年報, 香川, 3-6.
- 15) 堀 豊, 山田博資, 望月松寿, 中谷明泰, 鈴木輝明, 高倍昭洋, 中田喜三郎: 2006, 冬季播磨灘のノリ色落ち対策に関わる短期環境予測実用モデルの開発. 海洋理工学会誌, **12**, 1-11.

安定期より  $1 \sim 4 \mu\text{g-at} / \text{L}$  程度低かった。重回帰分析の結果, DINは塩分と有意な負の相関が認められ, 海域の塩分は低迷期の方が安定期より高かった。低迷期のDINが安定期に比べて低い要因として, 低迷期の9~10月の降水量および河川流量が安定期に比べて少ないことが大きな影響を与えていると考えられた。DIN濃度の短期的な変動は, 塩分の外に植物プランクトンの増殖, 風による水塊の移動などの影響を受けると推察された。

## 要 旨

香川県における乾ノリ生産量の推移から, 1990~2001年度を「乾ノリ生産安定期」, 2002~2008年度を「乾ノリ生産低迷期」とし, 10~3月のノリ漁期中における香川県沿岸域の溶存態無機窒素(DIN)の変動を整理するとともに, その変動に及ぼす環境因子について重回帰分析を用いて検討した。

ノリ漁期中のDIN濃度の水準は, 漁期中に最も高くなる10月上中旬~11月中旬の濃度の影響を強く受け, その後DINは2月中旬から3月上旬にかけて概ね一定の割合で減少する傾向が認められた。DINの最高値を安定期と低迷期で比較すると, 低迷期の方が