

短報

養殖ノリ生産期における播磨灘の溶存態無機窒素（DIN）濃度と養殖ノリ生産額の関係

原田和弘*

Relationship between the concentration of dissolved inorganic nitrogen (DIN) and the annual yield of nori *Pyropia* during the harvest season in Harima-nada, off Hyogo Prefecture

Kazuhiro HARADA*

The influence of the decreasing DIN concentration on nori production in Harima-nada, eastern Seto Inland Sea, off Hyogo Prefecture, was assessed by analyzing the data of oceanographic observations and annual nori yields from 1980 to 2012. There is a correlative relationship between the average DIN concentration during the main harvest season of nori culture (from Dec. to Mar.) and the annual nori yield in Harima-nada ($r = 0.60, P < 0.01$). This result suggests that the decreasing DIN concentration is closely related to the recent bad harvests of nori culture in Harima-nada.

キーワード：DIN 濃度，養殖ノリ，生産額，播磨灘

兵庫県の瀬戸内海域における養殖ノリでは、1990年代後半から生産枚数および生産額の低下（以後、養殖ノリの不作とする）が生じている（反田・原田 2012）。生産枚数の低下（渡邊 2009）や養殖ノリの不作（樽谷 2009）は、要因は異なるものの、兵庫県だけでなく各地で認められている。兵庫県の養殖ノリ不作要因として、DIN 濃度の低下に伴う色落ちや、地球温暖化に伴う水温の上昇による生産期間の短縮等が示唆されており（反田・原田 2012, 堀ら 2008），このうち播磨灘の DIN 濃度の低下については、陸域負荷の低減（原田・反田 2011a, 2011b）や植物プランクトンによる栄養塩の消費（堀ら 2008）等が報告されている。これら

の状況から、播磨灘では DIN 濃度の低下が、養殖ノリ不作の主要因として考えられてはいるものの、両者の関連性について具体的な数値解析結果は、これまで報告されていない。また、播磨灘における DIN 濃度の低下は養殖ノリだけでなく、漁船漁業生産量との関連性も示唆されている（反田・原田 2012）。今後の播磨灘における栄養塩環境のあり方を検討するにあたって、DIN 濃度と養殖ノリ等の漁業生産量との関連性について解析を進めることは重要である。本研究では、播磨灘の養殖ノリ生産期における DIN 濃度と、養殖ノリ生産額との関係を解析することにより、両者の関連性を示唆する結果を得たので報告する。

*Tel: 078-941-8601; Fax: 078-941-8604; Email: kazuhiro_harada@pref.hyogo.lg.jp

兵庫県立農林水産技術総合センター水産技術センター（674-0093 兵庫県明石市二見町南二見 22-2）

材料および方法

播磨灘における DIN 濃度解析には、兵庫県立農林水産技術総合センター水産技術センターが 1974 年 1 月～2012 年 3 月に、播磨灘の 19 定点 (Fig. 1) で毎月月上旬に 1 回実施した海洋観測データのうち、養殖ノリの主要生産期である 12 月～翌年 3 月の表層 DIN 濃度平均値 (19 定点) を用いた。

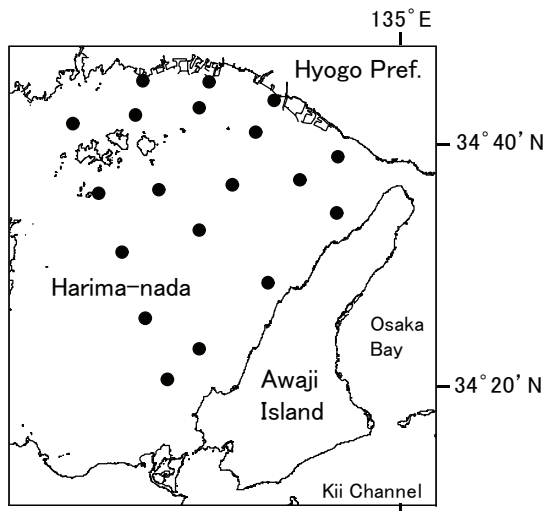


Fig. 1. Location of sampling stations in Harima-nada. Closed circles indicate the sampling stations.

播磨灘の養殖ノリ生産額に関するデータは、兵庫県漁業協同組合連合会が集計した漁期年度の値を用いた。また、養殖ノリ生産額の解析期間は、生産冊数に大きな変動がない (鷲尾 2005) 1980～2011 年度とした。なお、2007 年度は明石海峡での船舶事故に伴う重油流出により、養殖ノリ生産額が大幅に低下したことから、当年度の値は解析に含めなかった。

統計学的解析には Pearson の相関係数を用いた。

結 果

播磨灘の養殖ノリ主要生産期 (12 月～翌年 3 月) における DIN 濃度は、月が進むにつれて低下し、各月とも経年的な低下傾向を示した。特に 3 月は 1990 年代後半、2 月は 2000 年頃から、播磨灘で養殖ノリに色落

ちが発生するとされる DIN 濃度 ($3 \mu\text{mol/L}$, 永田ら 2001) を下回るようになった。また、各月の DIN が一層低濃度になった 2000 年頃からは、養殖ノリ生産額も急激な低下傾向を示した (Fig. 2, いずれも 3 年移動平均値)。

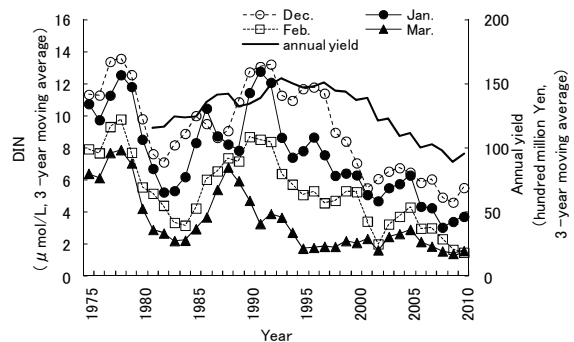


Fig. 2. Long-term changes in DIN concentration during the main harvest season of nori culture (from Dec. to Mar.) and the annual nori yield (from Dec. to May) in Harima-nada. DIN concentration and annual nori yield are represented as 3-year moving averages.

各年度の播磨灘における養殖ノリ生産額と生産枚数には、有意な正の相関が認められた ($r = 0.59, P < 0.01$, Fig. 3)。また、養殖ノリ主要生産期 (12 月～翌年 3 月) の平均 DIN 濃度と当年度漁期の養殖ノリ生産額には、有意な正の相関が認められた ($r = 0.60, P < 0.01$, Fig. 4)。一方、養殖ノリ主要生産期 (12 月～翌年 3 月) の平均 DIN 濃度と当年度の養殖ノリ生産枚数には、相関が認められなかった ($r = 0.12, P > 0.05$)。

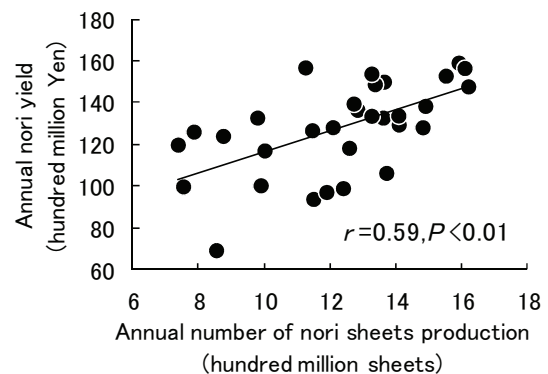


Fig. 3. Relationship between the annual number of nori sheets production and the annual nori yield (from Dec. to May) in Harima-nada, from Dec. 1980 to May 2012.

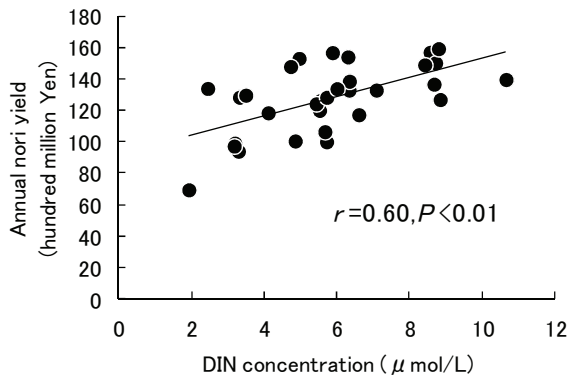


Fig. 4. Relationship between the average DIN concentration in Harima-nada during the main harvest season of nori culture (from Dec. to Mar.) and the annual nori yield from Dec. 1980 to May 2012.

考 察

播磨灘における2月のDIN濃度が $3\mu\text{mol/L}$ を下回るようになった2000年頃からは、当海域における養殖ノリ生産期後半において、良質なノリを生産することがさらに厳しくなったことを示し、さらに同時期から養殖ノリ主要生産期全体のDINも一層低濃度になったことが、養殖ノリ生産額の低下に影響していると考えられた。養殖ノリ生産額は、経済情勢や他産地の作柄等によっても影響を受けると考えられるが、生産枚数および単価の両者を反映する数値であり、生産枚数とも相関が認められることから、播磨灘の養殖ノリの生産動向を示す指標になると考えられる。今回の解析において、播磨灘（兵庫県海域）のDIN濃度と養殖ノリ生産額に有意な正の相関が認められたことは、DIN濃度の低下に伴い、養殖ノリの不作が生じていることを示していると考えられた。さらに、播磨灘ではDIN濃度の低下は養殖ノリのみならず、漁業生産量低下との関連性も示唆されている（反田・原田2012）。

播磨灘のDIN濃度変動は、降雨に伴う陸域負荷（原田・反田2011a）や河川からの窒素負荷量（原田・反田2011b）との関連性を示唆する報告のほか、外海水（武岡ら2005、石井・柳2006）や底泥からの溶出（神

山ら1998、山本ら1998、山本2008）との関係も指摘されている。今後シミュレーションモデル等の手法により、変動に与える各要因の寄与率を明らかにし、播磨灘の栄養塩環境のあり方を検討する必要がある。また、播磨灘における漁業生産量低下の要因を解明するため、関連性が示唆されている栄養塩濃度との解析もさらに進める必要がある。

また、播磨灘における養殖ノリの不作については今回解析したDIN濃度の低下のほか、海水温の上昇ならびに冬季における水温低下の遅延も影響していると考えられ、養殖ノリの管理手法や養殖対象種等に関する検討も並行して進める必要があろう。

謝 辞

兵庫県立農林水産技術総合センター水産技術センターでは、1973年度から毎月1回の浅海定線調査が今日まで継続されており、本報告にあたってはそのデータを多数活用させて頂いた。これまで調査に携わった職員ならびに調査船乗組員の皆様に厚く感謝の意を表します。また、養殖ノリに関するデータをご提供頂いた兵庫県漁業協同組合連合会の皆様に感謝します。

文 献

- 原田和弘・反田 實（2011a）播磨灘の溶存態無機窒素（DIN）の濃度変動に及ぼす降水量および陸域負荷の影響. 兵庫農水技総セ研報（水産編），**42**, 83-86.
- 原田和弘・反田 實（2011b）河川からの窒素負荷量変化が播磨灘の溶存態無機窒素（DIN）濃度変動に与える影響. 兵庫農水技総セ研報（水産編），**42**, 87-91.
- 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.
- 石井大輔・柳 哲雄（2006）瀬戸内海に存在する太平

- 洋起源のリン・窒素. 沿岸海洋研究, **43**, 119-127.
- 神山孝史・辻野 睦・玉井恭一(1998) 夏季成層期の播磨灘海底における栄養塩類溶出量. 南西水研研報, **31**, 33-43.
- 永田誠一・名角辰郎・中谷明泰・鷺尾圭司・眞鍋武彦(2001) 近年の播磨灘主要ノリ漁場の環境調査結果. 兵庫水試研報, **36**, 59-73.
- 武岡英隆・速水祐一・兼田淳史(2005) 瀬戸内海における環境の長期変動. 沿岸海洋研究, **43**, 45-50.
- 反田 實・原田和弘(2012) 瀬戸内海東部(播磨灘)の栄養塩環境と漁業. 海洋と生物, **199**, 132-141.
- 樽谷賢治(2009) 日本におけるノリ養殖と栄養塩環境の現状. 海洋と生物, **181**, 141-145.
- 鷺尾圭司・島本信夫・堀 豊・岡本繁好・上田隆敏(2005) 兵庫県における栄養環境の変化とノリ養殖漁業の盛衰. 海洋と生物, **158**, 238-245.
- 渡邊康憲(2009) ノリ養殖と珪藻赤潮・栄養塩. 海洋と生物, **181**, 112-117.
- 山本民次・松田 治・橋本俊也・妹背秀和・北村智頭(1998) 瀬戸内海海底からの溶存無機態窒素およびリン溶出量の見積もり. 海の研究, **7**, 151-158.
- 山本民次(2008) 瀬戸内海底泥からのリン・窒素の溶出. 「瀬戸内海の海底環境」(柳 哲雄編), 恒星社厚生閣, 東京, 61-75.

和文要旨

1980～2012年の海洋観測資料および養殖ノリ生産額を用いて、播磨灘(兵庫県海域)の溶存態無機窒素(DIN)濃度低下による養殖ノリ生産への影響を解析した。養殖ノリの主要生産期(12～3月)における播磨灘の平均DIN濃度は、当年度漁期の養殖ノリ生産額と有意な正の相関が認められた($r = 0.60$, $P < 0.01$)。この結果から、播磨灘ではDIN濃度の低下と養殖ノリの不作に密接な関連性のあることが示唆された。