

ノート

近年の播磨灘主要ノリ漁場の環境調査結果

永田誠一*¹・名角辰郎*¹・中谷明泰*¹・鷲尾圭司*²・眞鍋武彦*³

(2001年2月26日受理)

On the Results of Environmental Observations in Recent Years at Major Nori Culture Grounds of Harima-Nada

Seiichi NAGATA*¹, Tatsuro NAZUMI*¹, Akihiro NAKATANI*¹, Keiji WASHIO*²,
and Takehiko MANABE*³

キーワード：播磨灘，主要ノリ漁場，水質

兵庫県における乾海苔生産は、昭和40年代前半に開発された浮き流し養殖法の導入や、度重なる新たなノリ漁場開拓により、昭和44年度には、それまでの数千万枚から1億枚台へと増加し、昭和53年度には10億枚台へと飛躍的に生産量が増大した。¹⁾ この背景には、漁業者のノリ養殖業への積極的な参入もさることながら、新しく開拓されたノリ漁場の環境が、現在に比べかなり恵まれた状況にあり、富栄養化状態であったことが推察される。その当時を形容すれば、『種網を漁場に展開さえすれば、まっ黒な葉体が生育し、墨の様な乾海苔が生産できた。』時代であった。ところが、昭和50年代半ば以降、瀬戸内海環境保全臨時措置法（昭和48年）及び瀬戸内海環境保全特別措置法（昭和53年）の制定や、公共下水道の整備が進むにつれ、漁場の水環境が、ノリ養殖にとって負の方向に微妙に変化し始めた。^{2), 3)} また、植物プランクトンの増殖に伴う栄養塩吸収により海水中の栄養塩が濃度低下し、ノリの生理障害の一つである色調低下がしばしば見られるようになり、顕著な乾海苔の品質低下、それに伴う乾海苔生産額の減少が無視できない状況となってきた。⁴⁾ 昭和50年代後半におけるこの代表的な例として、昭和58年度（昭和59年冬期）の珪藻プランクトン

*Coscinodiscus wailesii*大量発生による極度のノリの色調低下現象があげられる。^{5), 6)}

さて、播磨灘全域を対象とした漁場環境調査は、兵庫県立水産試験場（以下兵庫水試と略す）が毎月始めに浅海定点調査、および播磨灘漁場環境定期調査を実施している。これらの調査では、通常の観測業務にあわせ、昭和48年から自動分析計による栄養塩分析を行い、信頼性の高い環境情報を漁業者等、水産業界に提供し今日に至っている。⁷⁾ しかし、前述した様に、昭和59年冬期に深刻な色落ちに見舞われた結果、兵庫水試による播磨灘全域の広域的な調査の補完調査として、兵庫県漁業協同組合連合会（以下兵庫漁連と略す）、並びに関係漁業協同組合が、兵庫水試の指導の下、播磨灘の主要なノリ漁場である、東播地先漁場（以下東播漁場と略す）、北淡・一の宮地先漁場（以下北淡・一の宮漁場と略す）の環境調査を、昭和59年春より開始し、昭和61年には新設された兵庫のり研究所が、兵庫漁連から調査を引き継ぎ、現在も調査を継続している。これら主要ノリ漁場に関する調査成果の一部については既報⁸⁾ で明らかにしている。

本報告では、東播漁場、北淡・一の宮漁場において、毎年ノリ養殖作業が開始される9月下旬から乾海苔生産

*1 兵庫のり研究所 (Hyogo Nori Institute, Minami-Futami, Akashi 674-0093)

*2 林崎漁業協同組合(Hayashisaki Fishers Co-operative Association, Hayashi, Akashi 673-0034)

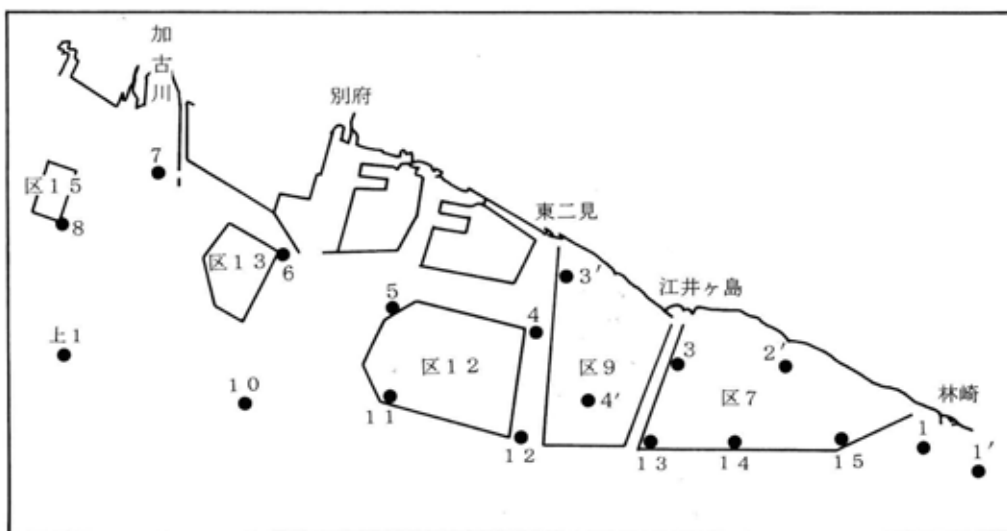
*3 兵庫県立水産試験場 (Hyogo Prefectural Fisheries Experimental Station, Minami-Futami, Akashi 674-0093)

終期間近の3月下旬までの、昭和60年度（1985-1986）から平成11年度（1999-2000）に至る15年間に実施した水質調査結果を提供し、今後、この海域における漁場環境動向を考える上での一助とする。

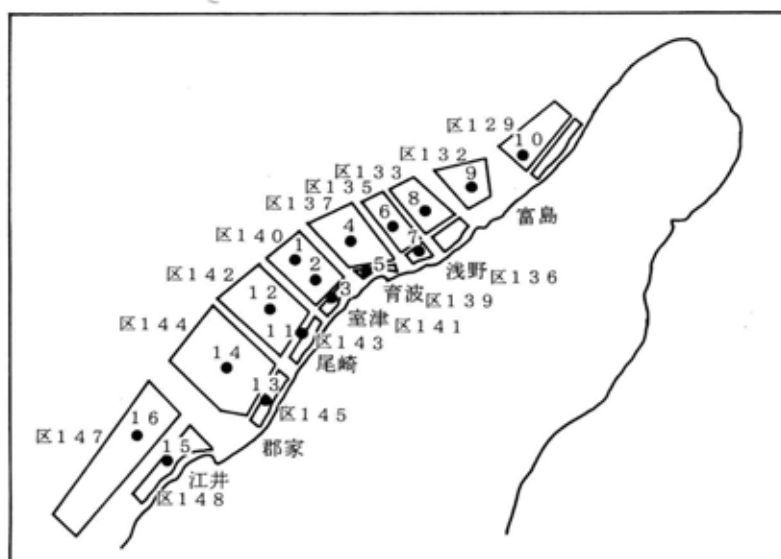
調査方法および分析方法

第1図に東播漁場の調査地点18点を示す。18点のうち St. 1, St. 1', St. 10, St. 上1, および St. 7の5点はノ

リ養殖漁場外にあり、今回平均値を求めるにあたっては上記ノリ養殖漁場外5点を除く13点を対象とした。第2図に北淡・一の宮漁場の調査地点16点を示す。なお、16点は全てノリ養殖漁場内の調査点である。16点のうち一の宮漁場（St. 11~St. 16）調査は、平成3年度から北淡漁場調査に加えた。測定項目は、透明度、水温、塩分、pH、NH₄-N、NO₂-N、NO₃-N、PO₄-P（溶存無機態リン、以下DIPと称す）、SiO₂-Si（以下DSiと称す）で、それらの測定方法、および測定機器は既報⁹⁾と同様である。また、



第1図 東播地先漁場の調査地点



第2図 北淡・一の宮地先漁場の調査地点

観測採水層は、表層のみとし、ポリバケツで採水した。調査日は原則として毎月2回程度とし、栄養塩減少期である2～3月は、年度によっては週1回、或いは10日間隔毎に調査頻度を増やした。調査は潮時により水質状況が変化することが予想される。⁹⁾しかし、本調査においては潮時を考慮することなく、時化などの場合は別として、概ね午前中に東播漁場の調査（約1時間半、am 7:30～9:10）と、北淡・一の宮漁場の調査（約1時間、am 9:30～10:30）を行った。なお、昭和63年度までは地元漁協で備船し、平成元年度以降は兵庫のり研究所所属の調査船により調査実施した。昭和60年度から平成11年度までの15年間に実施した各漁場における調査総数は、東播漁場は227回、北淡・一の宮漁場は247回であった。

結果と考察

第1表に昭和60年度から平成11年度にかけて調査した東播漁場13点の全調査について、水質の旬別変化を示す。また、第2表に同じく昭和60年度から平成11年度にかけ

て調査した北淡・一の宮漁場16点の全調査について、水質の旬別変化を示す。なお、ここでいう旬別とは、調査日によって区分し、月毎の1～10日調査は上旬、11～20日調査は中旬、21～31日調査は下旬調査とし平均値等を求めた。第3-1、3-2、3-3表及び第4-1、4-2、4-3表に調査した水質項目の中でノリ養殖との関連において特に重要視される、水温、溶存無機態窒素（NH₄-N、NO₂-N、NO₃-Nの総量、以下DINと称す）、DIPについて、9月下旬～3月下旬の年度毎の旬別平均値を示す。第3-1～3-3表に東播漁場についての水温（第3-1表）、DIN（第3-2表）、DIP（第3-3表）を、第4-1～4-3表に北淡・一の宮漁場についての水温（第4-1表）、DIN（第4-2表）、DIP（第4-3表）の旬別平均値を示す。また、各ノリ漁場の特性を考えるため、第3図に東播漁場の各地点ごとの水質（透明度、水温、塩分、pH、栄養塩）について、9月下旬～3月下旬間の旬別平均値を単純平均した値を水平分布に示す。同じく、第4図に北淡・一の宮漁場の各地点ごとの水質（透明度、水温、塩分、pH、栄養塩）について、単純平均した値を水平分布に示す。

第1表 東播地先漁場における水質の旬別変化（1985～2000の平均値）

		9月		10月		11月		12月			
		下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬		中旬
透明度	(m)	3.4	3.5	3.8	3.8	4.1	3.9	4.1	3.9	4.3	4.3
水温	(°C)	24.7	24.4	22.9	21.4	20.1	18.6	16.7	15.9	14.0	12.9
塩分	(psu)	31.34	31.38	31.56	31.77	31.48	31.83	31.66	31.91	31.87	31.89
pH		8.07	8.08	8.11	8.16	8.15	8.10	8.17	8.13	8.12	8.14
NH ₄ -N	(μgat / l)	3.0	3.4	2.8	3.1	3.8	2.9	3.9	2.7	2.7	2.7
NO ₂ -N	(μgat / l)	1.7	1.8	1.8	1.2	1.9	2.1	2.3	1.8	2.0	2.0
NO ₃ -N	(μgat / l)	5.5	5.5	5.7	5.0	5.9	7.1	7.9	8.9	9.8	9.4
DIN	(μgat / l)	10.2	10.8	10.3	9.2	11.3	12.1	14.2	13.4	14.5	13.9
DIP	(μgat / l)	0.84	0.83	0.75	0.72	0.83	0.81	0.76	0.85	0.87	0.84
DSi	(μgat / l)	18.6	23.4	17.4	13.4	16.2	15.8	17.9	18.2	19.3	19.0

		1月			2月			3月		
		上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	
透明度	(m)	5.0	5.5	5.3	4.9	4.7	4.8	4.5	4.2	4.7
水温	(°C)	11.2	10.0	9.4	8.7	8.3	8.4	8.5	8.9	9.5
塩分	(psu)	31.97	32.11	32.32	32.20	32.35	32.24	32.38	32.39	32.08
pH		8.17	8.19	8.20	8.26	8.29	8.29	8.27	8.29	8.25
NH ₄ -N	(μgat / l)	2.0	2.4	3.3	2.0	1.8	2.3	1.7	2.5	2.6
NO ₂ -N	(μgat / l)	1.3	1.0	0.8	0.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3
NO ₃ -N	(μgat / l)	8.3	6.8	6.8	4.0	2.9	3.1	2.3	3.2	2.8
DIN	(μgat / l)	11.5	10.1	10.1	6.5	5.1	5.7	4.3	6.0	5.7
DIP	(μgat / l)	0.75	0.61	0.56	0.40	0.28	0.27	0.26	0.22	0.29
DSi	(μgat / l)	15.0	14.8	10.8	5.6	3.6	3.6	2.8	3.6	6.5

第2表 北淡一宮漁場における水質の旬別変化 (1985~2000の平均値)

		9月		10月		11月		12月			
		下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
透明度	(m)	5.3	5.6	5.7	5.9	6.1	5.9	5.4	5.5	5.5	5.4
水温	(°C)	24.6	24.3	23.0	21.5	20.3	18.9	17.2	16.4	14.6	13.4
塩分	(psu)	31.34	31.62	31.49	31.77	32.14	31.99	32.14	31.92	32.14	32.21
32.11		8.13	8.16	8.17	8.18	8.20	8.13	8.17	8.19	8.18	8.21
NH ₄ -N	(μgat/l)	1.1	1.0	1.1	1.3	1.1	1.1	0.9	0.9	0.7	0.5
NO ₂ -N	(μgat/l)	1.4	1.5	1.3	1.3	1.9	1.8	2.4	1.6	1.6	1.7
NO ₃ -N	(μgat/l)	5.1	6.2	6.2	6.0	6.3	7.1	7.6	9.1	9.5	9.6
DIN	(μgat/l)	7.6	8.6	8.6	8.5	9.2	10.0	10.9	11.5	11.8	11.8
DIP	(μgat/l)	0.80	0.80	0.79	0.72	0.78	0.83	0.83	0.87	0.85	0.84
DSi	(μgat/l)	16.6	17.1	14.4	11.5	12.3	13.4	15.1	15.3	17.1	17.3

		1月			2月			3月		
		上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
透明度	(m)	5.7	5.7	5.8	6.2	5.9	6.2	6.1	5.5	6.1
水温	(°C)	11.7	10.9	9.9	9.1	8.6	8.7	8.7	9.1	9.8
塩分	(psu)	32.34	32.03	32.22	32.39	32.42	32.47	32.36	32.40	32.36
pH		8.21	8.26	8.20	8.25	8.30	8.25	8.28	8.26	8.27
NH ₄ -N	(μgat/l)	0.5	0.9	1.1	1.2	0.9	1.1	1.0	1.2	1.4
NO ₂ -N	(μgat/l)	1.5	1.1	1.1	0.7	0.5	0.4	0.2	0.2	0.2
NO ₃ -N	(μgat/l)	9.5	9.5	8.7	6.8	4.5	3.9	2.8	2.7	2.7
DIN	(μgat/l)	11.4	11.5	10.9	8.6	5.9	5.4	4.0	4.2	4.4
DIP	(μgat/l)	0.82	0.79	0.70	0.58	0.43	0.38	0.33	0.26	0.32
DSi	(μgat/l)	17.0	15.5	12.6	9.5	5.1	4.2	4.1	2.9	5.0

第1表の東播漁場13点全調査についての水質の旬別変化より、透明度は5.5m (1月中旬)~3.4m (9月下旬)にあり、1月上旬~下旬においては5m台に上昇した。水温は24.7°C (9月下旬)~8.3°C (2月中旬)にあり、2月上旬~3月中旬には8°C台となった。塩分は32.39 (3月中旬)~31.34 (9月下旬)にあり、1月中旬以降3月下旬までは、それまでの塩分31から32台へと上昇が認められた。この理由としては、冬期における降水量の減少や、それに伴う陸水の流入量減などが関係しているものと思われる。pHは8.29 (2月中旬, 下旬)~8.07 (9月下旬)にあり、1月下旬以降はpH8.2以上に上昇している。これは植物プランクトン等の増殖に伴う炭酸同化作用の影響によるものと考えられる。NH₄-Nは3.9 μg-at/l (11月下旬)~1.7 μg-at/l (3月上旬)にあり、2月中旬, 3月上旬は2 μg-at/l以下の状態であった。NO₂-Nは2.3 μg-at/l (11月下旬)~0.3 μg-at/l (2月下旬, 3月上旬, 中旬, 下旬)にあった。NO₃-Nは9.8 μg-at/l (12月中旬)~2.3 μg-at/l (3月上旬)にあった。NO₂-N濃度の最大時 (11月下旬)とNO₃-N濃度の最大時 (12月中旬)において約20日程度の時間差が観察された。これはNO₃-Nの増加には、それ

に先立つNO₂-N濃度の上昇があり、NO₂-Nが硝化細菌等によりNO₃-Nに酸化された結果、全体のNO₃-N量増大に寄与している可能性が示唆された。DINは14.5 μg-at/l (12月中旬)~4.3 μg-at/l (3月上旬)にあった。DIPは0.87 μg-at/l (12月中旬)~0.22 μg-at/l (3月中旬)にあった。DSiは19.3 μg-at/l (12月中旬)~2.8 μg-at/l (3月上旬)にあった。以上、東播漁場における栄養塩 (DIN, DIP, DSi) 濃度の最大期は、12月中旬にあり、最小期は3月上旬或いは3月中旬であることが明らかとなった。第2表の北淡・一の宮漁場16点における水質の旬別変化より、透明度は6.2m (2月上旬, 2月下旬)~5.3m (9月下旬)にあり、東播漁場より幾分透明度は高い傾向を示した。水温は24.6°C (9月下旬)~8.6°C (2月中旬)にあり、2月中旬~3月上旬には8°C台となった。塩分は32.47 (2月下旬)~31.49 (10月上旬)にあり、東播漁場で観測された様に1月中旬以降、塩分濃度がそれまでの31から32台に上昇する傾向は認められなかった。この理由として、北淡・一の宮漁場周辺には大きな河川が少なく、陸水による塩分変化を受けにくいことが一因と考えられる。pHは8.30 (2月中旬)~8.13 (9月下旬)にあり、12月下

旬以降はpH8.2以上に上昇している。pH上昇に関して北淡・一の宮漁場の場合、東播漁場に比べ約1ヶ月早く上昇が認められた。NH₄-Nは1.4 μg-at/l (3月下旬)~0.5 μg-at/l (12月下旬, 1月上旬) にあり、調査期間中におけるNH₄-N濃度変化は、東播漁場に比べ小さい。NO₂-Nは2.4 μg-at/l (11月下旬)~0.2 μg-at/l (3月上旬, 中旬, 下旬) にあった。NO₃-Nは9.6 μg-at/l (12月下旬)~2.7 μg-at/l (3月中旬, 下旬) にあった。NO₂-N濃度の最大時(11月下旬)とNO₃-N濃度の最大時(12月下旬)の時間的ずれにおいて、北淡・一の宮漁場の場合、東播漁場よりやや長い時間差(約1ヶ月程度)が観測されたが、NO₂-NからNO₃-Nへの酸化がこの海域でも行われている可能性が推察された。DINは11.8 μg-at/l (12月中旬, 下旬)~4.0 μg-at/l (3月上旬) にあった。DIPは0.87 μg-at/l (12月上旬)~0.26 μg-at/l (3月中旬) にあった。DSiは17.3 μg-at/l (12月下旬)~2.9 μg-at/l (3月中旬) にあった。以上、北淡・一の宮漁場においては、栄養塩(DIN, DIP, DSi)濃度の最大期は12月上旬, 中旬, 下旬にあり(強いていえば12月下旬), 最小期は3月上旬, 中旬, 下旬(強いていえば3月中旬)であった。東播漁場との比較では、栄養塩濃度の最大期が約10日程遅いこと、DIN濃度の最大値(11.8 μg-at/l)が東播漁場(14.5 μg-at/l)に比べ若干低いことが北淡・一の宮漁場の特徴としてあげられる。

第3-1表 東播地先漁場における年度毎の旬別平均水温

	9月		10月		11月		12月	
	下旬	上旬	中旬	下旬	中旬	下旬	中旬	下旬
昭和60年度('85-'86)	25.0		23.7	21.3	20.0	16.6	9.8	
昭和61年度('86-'87)	24.4		21.9	20.7	19.5		15.0	13.0
昭和62年度('87-'88)	23.4			21.9		19.6	17.8	14.3
昭和63年度('88-'89)	24.4				18.7	16.0		
平成1年度('89-'90)	25.2	23.8	22.1	21.3	20.4	17.7	15.8	14.9
平成2年度('90-'91)	25.4		23.2	21.4		19.1	17.7	15.3
平成3年度('91-'92)	24.5		22.8	20.6		17.9	16.1	15.7
平成4年度('92-'93)	23.8		22.3	19.5		18.8	16.3	13.2
平成5年度('93-'94)	23.8		22.4	21.6	19.2	19.1		16.4
平成6年度('94-'95)		25.5	24.5	22.2	21.2	19.6	17.7	17.7
平成7年度('95-'96)	24.0		22.7	21.7	18.1	17.3		14.2
平成8年度('96-'97)	24.6	23.3		21.6	20.5	18.0		14.0
平成9年度('97-'98)	24.4	23.7		22.1	19.2	17.9		17.1
平成10年度('98-'99)	25.7	25.0	23.8		22.4	20.3		17.1
平成11年度('99-'00)	26.7	25.5	23.5		21.6	19.2		16.2
平均*	24.7	24.4	23.0	21.3	20.1	18.4	16.9	15.9

	1月		2月		3月	
	中旬	下旬	中旬	下旬	中旬	下旬
昭和60年度('85-'86)	9.3	7.0	7.9		7.8	8.6
昭和61年度('86-'87)	11.7	8.7		8.6	7.9	8.3
昭和62年度('87-'88)	12.4	9.1			8.4	8.5
昭和63年度('88-'89)	10.4		9.5			10.1
平成1年度('89-'90)	11.3	10.5	9.0	9.0	9.7	10.2
平成2年度('90-'91)	9.8		9.8	8.5	7.6	8.6
平成3年度('91-'92)	12.1	10.5	10.1	9.1	9.0	9.9
平成4年度('92-'93)		11.5	10.5		9.2	8.8
平成5年度('93-'94)	11.5		9.9	9.3	8.2	8.6
平成6年度('94-'95)	11.2		9.5	8.0	8.4	8.7
平成7年度('95-'96)	10.4		9.3	7.4	7.4	7.6
平成8年度('96-'97)	10.9		10.6	8.3	8.2	7.8
平成9年度('97-'98)	11.5		10.0	9.1	8.8	9.1
平成10年度('98-'99)		10.2	9.9	8.7	8.7	8.3
平成11年度('99-'00)	12.2	11.2		9.4	8.0	7.8
平均*	11.1	10.8	9.5	8.7	8.5	8.4

* 旬平均値の単純平均値

第3-2表 東播地先漁場における年度毎の旬別平均DIN

	9月		10月		11月		12月		
	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	
昭和60年度('85-'86)	13.0		10.7	6.6	10.1		12.0		15.6
昭和61年度('86-'87)	8.5		5.5	5.5	12.8	12.2		15.2	15.9
昭和62年度('87-'88)	9.2			10.5		93.7	11.0		16.6
昭和63年度('88-'89)	10.7	15.8			9.1	15.1			
平成1年度('89-'90)	12.0	12.4	10.0	9.6	13.7	14.1		11.4	12.1
平成2年度('90-'91)	10.6		14.8	12.7		15.7	18.2		16.4
平成3年度('91-'92)	6.7		12.4	13.6		15.7	17.1	14.3	19.5
平成4年度('92-'93)	9.6		13.2	7.9		9.0	11.6		18.1
平成5年度('93-'94)	10.2		7.5	7.8	12.7	13.7		16.0	15.4
平成6年度('94-'95)		11.7	12.3	13.5	9.3	9.7		11.3	10.0
平成7年度('95-'96)	4.0		8.8	7.5	13.3	16.3		13.3	14.2
平成8年度('96-'97)	8.7	12.5		8.3	14.2	15.1		16.9	14.0
平成9年度('97-'98)	15.0	15.1		8.1	7.3	7.7		9.6	11.3
平成10年度('98-'99)	14.1	8.2	10.2		8.3	6.3		11.7	12.2
平成11年度('99-'00)	10.6	8.1	14.7		15.5	12.6		13.2	12.8
平均*	10.2	12.0	10.9	9.3	11.5	12.3	14.0	13.3	14.5

	1月		2月		3月			
	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬		
昭和60年度('85-'86)	7.6	6.4	6.4		5.3		4.3	6.0
昭和61年度('86-'87)	15.3		11.7	5.1			3.9	8.1
昭和62年度('87-'88)	15.0		14.2			9.6		10.3
昭和63年度('88-'89)	5.7				12.1			9.7
平成1年度('89-'90)	9.7	10.4	8.3	9.6		13.0		7.5
平成2年度('90-'91)	14.2		13.7	8.9		6.6		7.3
平成3年度('91-'92)	18.7	14.8	12.8	8.8	4.7	5.1	5.0	8.1
平成4年度('92-'93)		13.4	12.4		7.1	10.2		6.2
平成5年度('93-'94)	10.5		6.3	8.1	4.1		3.9	3.5
平成6年度('94-'95)	7.0		5.4	3.7	4.0		3.7	4.3
平成7年度('95-'96)	10.6		11.0	5.6	5.0	2.0	4.2	3.3
平成8年度('96-'97)	14.2		13.2	5.3	3.8	2.6	1.8	2.3
平成9年度('97-'98)	9.6		11.3	3.6	4.4	4.9	6.3	2.9
平成10年度('98-'99)		5.4	7.3	4.1	4.8	2.9	4.0	6.0
平成11年度('99-'00)	9.8	9.4		7.5	3.3	1.6	3.1	2.6
平均*	11.4	10.0	10.3	6.4	5.3	5.9	3.9	6.1

*旬平均値の単純平均値

第3-3表 東播地先漁場における年度毎の旬別平均DIP

	9月		10月		11月		12月		
	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	
昭和60年度('85-'86)	0.77		0.43	0.41	0.67		0.45		0.72
昭和61年度('86-'87)	0.56		0.37	0.58	1.16	0.86		0.74	0.82
昭和62年度('87-'88)	0.72			0.76		0.71	0.67		0.74
昭和63年度('88-'89)	0.76	0.98			0.53	0.74			
平成1年度('89-'90)	0.72	0.79	0.43	0.59	0.69	0.61		0.59	0.63
平成2年度('90-'91)	0.57		0.387	0.69		0.83	0.86		0.92
平成3年度('91-'92)	0.73		1.00	1.09		0.90	1.11	0.96	1.05
平成4年度('92-'93)	0.97		1.00	0.68		0.68	0.74		1.03
平成5年度('93-'94)	0.76		0.59	0.63	0.88	0.98		1.03	1.04
平成6年度('94-'95)		1.02	0.99	0.96	0.84	0.81		0.90	0.76
平成7年度('95-'96)	0.69		0.90	0.82	1.08	1.03		0.93	0.91
平成8年度('96-'97)	0.81	0.99		0.57	0.91	0.93		0.98	0.94
平成9年度('97-'98)	1.25	1.08		0.70	0.66	0.78		0.84	0.80
平成10年度('98-'99)	1.36	0.76	0.90		0.70	0.62		0.88	0.82
平成11年度('99-'00)	0.91	0.82	1.10		1.09	.93		0.86	0.88
平均*	0.83	0.92	0.79	0.71	0.84	0.82	0.76	0.87	0.86

	1月		2月		3月			
	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬		
昭和60年度('85-'86)	0.26	0.11	0.08		0.15		0.07	0.03
昭和61年度('86-'87)	0.87		0.52	0.27			0.26	0.32
昭和62年度('87-'88)	0.82		0.56			0.30		0.29
昭和63年度('88-'89)	0.44				0.50			0.25
平成1年度('89-'90)	0.59	0.52	0.48	0.50		0.53		0.20
平成2年度('90-'91)	0.79		0.66	0.47		0.24		0.18
平成3年度('91-'92)	1.06	0.91	0.73	0.47	0.26	0.26	0.27	0.41
平成4年度('92-'93)		0.90	0.68		0.26	0.28		0.23
平成5年度('93-'94)	0.76		0.50	0.47	0.29		0.23	0.22
平成6年度('94-'95)	0.62		0.57	0.23	0.24		0.33	0.38
平成7年度('95-'96)	0.80		0.67	0.40	0.31	0.18	0.24	0.17
平成8年度('96-'97)	0.94		0.73	0.31	0.24	0.17	0.16	0.18
平成9年度('97-'98)	0.72		0.71	0.30	0.22	0.24	0.29	0.13
平成10年度('98-'99)		0.57	0.59	0.35	0.49	0.35	0.43	0.45
平成11年度('99-'00)	0.77	0.74		0.53	0.38	0.18	0.19	0.11
平均*	0.73	0.62	0.58	0.39	0.30	0.27	0.25	0.24

*旬平均値の単純平均値

第3-1表の東播漁場の年度毎の旬別平均水温より、9月下旬において25.0℃以上を記録した年は、昭和60年、平成元年、平成2年、平成6年、平成10年、平成11年であり、とりわけ26.0℃以上であったのは平成6年、平成11年であった。また、ノリ生産開始直前の11月中旬において19℃台以上であったのは、昭和62年、平成2年、平成5年、平成6年、平成10年、平成11年で、これらのことから、平成2年、平成6年、¹⁰⁾平成10年、平成11年は、9月下旬頃の高い水温状態がノリ生産期まで続いたことが伺える。他方8.0℃を下回る水温を記録した年度は、昭和60年度(1月下旬、2月中旬、3月上旬)、昭和61年度(3月上旬)、平成2年度(2月下旬)、平成7年度(2月上旬、中旬、下旬、3月上旬、中旬)、平成8年度(2月下旬)、平成11年度(2月中旬、下旬)であった。これらの年度のうち、平成7年度、平成8年度は色落ち被害が認められた年度である。⁸⁾また、平成11年度も後述する様に、平成8年度を上回る過度な色落ち被害が発生した。第3-2表の東播漁場の年度毎の旬別平均DINより、最も高い濃度を示す12月中旬において、最大値を記録した年は平成3年(19.5 μg-at/l)で、最小値は平成6年(10.0 μg-at/l)であった。平成6年については、10月～翌年1月にかけ、播磨灘から大阪湾にかけて *Thalassiosira diporocyclus* が異常繁殖し、栄養塩低下現象を起こしたが、^{11), 12)} その影響がノリ漁場にまで及んでいたことがこの結果からもわかる。DINについては、海水中の濃度が5 μg-at/lを下回ってくるとノリの色落ち現象が認められるとされている。^{13), 14)}平成7、8年度の調査結果でも、DIN濃度が旬別平均で3 μg-at/lを下回ると、この海域においてかなり広範囲に、しかも深刻なノリの色落ち被害が発生した。平成7、8年度以外でDINが3 μg-at/lを下回った年度は、平成9年度(3月中旬、2.9 μg-at/l)、平成10年度(2月下旬、2.9 μg-at/l)、及び平成11年度(2月下旬、1.6 μg-at/l、3月中旬2.6 μg-at/l)であった。平成9年度、平成10年度は、DINが3 μg-at/l以下となったこの時期、東播漁場の西部海域の一部においてノリの色落ち兆候が認められたが、間もなく回復基調となり、色落ちの長期化は回避された。平成11年度は、2～3月に播磨灘全域で珪藻プランクトン *Eucampia zodiacus* が異常発生し、それ以前に本種の発生が認められた平成8年度と比較して、東播漁場における *E. zodiacus* の増殖密度が2～3倍高く、増殖ピーク期間は2月25日～3月15日の

約20日間であった(永田ら未発表データ)。*E. zodiacus* の増殖と水温との関係についてみると、増殖ピーク始期の2月下旬の水温は7.8℃、ピーク終期の3月中旬の水温は8.5℃であった。この現象により、平成11年度は、平成8年度を上回る規模の色落ちが発生し、東播漁場でノリの色落ちが平成8年度に比べ約10日遅くまで(3月26日頃)観測され、色落ち期間も約1ヶ月間続いた。第3-3表の東播漁場の年度毎の旬別平均DIPより、最も高い値を示す12月中旬において、最大値を記録した年は平成3年(1.05 μg-at/l)で、最小値は平成元年(0.63 μg-at/l)であった。平成7年度、平成8年度の調査結果から、DIP濃度が旬別平均で0.20 μg-at/lを下回れば色落ち状態になった。平成7年度、平成8年度以外でDIPが0.20 μg-at/lを下回った年度は、昭和60年度(1月中旬、0.11 μg-at/l、下旬、0.08 μg-at/l、2月中旬、0.15 μg-at/l、3月上旬、0.07 μg-at/l、下旬、0.03 μg-at/l)、平成2年度(3月中旬、0.18 μg-at/l)、平成9年度(3月中旬、0.13 μg-at/l)、及び平成11年度(2月下旬、0.18 μg-at/l、3月上旬、0.19 μg-at/l、3月中旬、0.11 μg-at/l)であった。昭和60年度のDIP濃度低下原因は、珪藻プランクトン *C. walesii* の発生増殖による影響である。⁸⁾昭和60年度の冷凍網生産期の乾海苔製品は極度な色落ち状況にはならなかったものの、品質低下は避けられず、生産額においては前年度(昭和59年度)を下回った。平成2年度、平成9年度のDIP低下は長期に至らなかった。平成11年度についてはDINのところ述べてように珪藻プランクトン *E. zodiacus* の異常発生によるDIP減少である。以上、東播漁場の15年間にわたる年度毎の旬別平均水温、DIN、DIPから、平均DIN濃度は3.0 μg-at/l以下、平均DIP濃度は0.20 μg-at/l以下の状況になれば、ノリの色落ち被害が広範囲に起こり易いことが明らかになった。また、平成8、11年度に *E. zodiacus* が低水温期(8℃以下)に異常増殖し、顕著な色落ち被害を発生させていることから、水温を指標にすれば、*E. zodiacus* による色落ち予察が可能ではないかと考えられた。しかし、珪藻増殖と水温の関係については、同じ低水温期に大量発生する *C. walesii* の場合、西川らは、¹⁵⁾水温5～10℃での増殖速度は、水温10～25℃の最大増殖速度の1/2に低下することを室内培養実験から明らかにし、現場海域での水温低下は、*C. walesii* の増殖に強い制限因子として作用しているであろうと指摘している。ま

た、長井は¹⁰⁾ *C. wailesii*が春先にブルームを形成する要因として日射量に着目し、日射量の増大と*C. wailesii*の出現密度には相関があることを明らかにしている。*E. zodiacus*の場合、その異常増殖には*C. wailesii*と同様、低水温は制限要因として作用し、水温以外の環境要因(特に日射量)が大きく関与しているのかどうか等については、今後、*E. zodiacus*の室内培養実験や、現場海域での事例蓄積によってさらに検証していく必要がある。一方、栄養塩供給の視点から水温を考えると、平均水温が

8℃以下になるには、寒気を伴った西～北西方向の季節風が強く吹くことが必須であり、風による東向き平均潮流が発生する等により、東播漁場は、栄養塩の高い大阪湾より栄養塩の低い西播の潮の影響を受け易くなる¹⁷⁾ことも十分に想定されうる。今後ノリの色落ちについて、珪藻種別の増殖メカニズム解明を始め、上述した水理的要因を含め、気象、海象全般の総合的な観点から究明する必要がある。

第4-1表 北淡・一宮漁場における年度毎の旬別平均水温

	9月		10月		11月		12月			
	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
昭和60年度('85-'86)	25.3	24.3	23.5	21.9		17.5	17.4	14.4	14.1	11.7
昭和61年度('86-'87)	24.8	23.7	22.6	20.2	19.6	17.6		15.8		12.9
昭和62年度('87-'88)	23.9	23.4		21.3	19.7	18.9	17.0	15.1		14.1
昭和63年度('88-'89)	23.6		21.7	19.9	18.4		15.8	14.2	12.3	11.5
平成1年度('89-'90)	25.1	23.7		21.5	20.6	18.3		16.5	15.5	13.9
平成2年度('90-'91)	24.9		22.6	20.8		19.0	17.8		15.4	
平成3年度('91-'92)	24.5		22.4	20.9		18.8	17.3	16.1	14.9	14.0
平成4年度('92-'93)	23.8		22.3	20.9		19.1	16.8		14.3	12.9
平成5年度('93-'94)	24.3		22.3	21.8	19.6	19.2		16.9	15.4	12.9
平成6年度('94-'95)		25.7	24.6	22.5	21.4	19.7		18.0	14.6	13.7
平成7年度('95-'96)	24.1		22.8	21.8	18.5	17.5		14.6	13.2	
平成8年度('96-'97)	24.6	23.0		21.8	20.4	18.4		15.8	14.3	13.4
平成9年度('97-'98)	24.4	23.7		22.5	19.8	18.1		17.3	14.5	13.7
平成10年度('98-'99)	25.7	24.8	23.6		22.4	20.8	18.3	17.4	15.5	14.9
平成11年度('99-'00)	26.8	25.4	23.7		21.8	19.7		17.4	15.3	13.5
平均*	24.7	24.2	22.9	21.4	20.2	18.8	17.2	16.1	14.6	13.3

	1月			2月			3月		
	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
昭和60年度('85-'86)	10.3	8.9	7.8	7.9	7.5		7.3	7.8	
昭和61年度('86-'87)		10.2	10.0	9.3	8.8		8.1	9.0	9.6
昭和62年度('87-'88)		11.6		9.0	8.4	8.4	8.4	8.8	9.1
昭和63年度('88-'89)		10.8	9.4						
平成1年度('89-'90)	11.7	10.9	9.4	9.5		10.1		10.5	11.3
平成2年度('90-'91)	10.4		9.6	9.1			7.6	8.7	9.3
平成3年度('91-'92)	12.5	11.0	10.3	9.4	9.4		8.8	10.0	
平成4年度('92-'93)		11.9	10.7		9.5	9.3		9.9	10.3
平成5年度('93-'94)	11.9		10.3	9.7	8.9		8.9		9.4
平成6年度('94-'95)	12.1			8.4	8.6		8.7	9.1	10.2
平成7年度('95-'96)	10.7		9.4	7.6	7.5	7.4		8.0	8.4
平成8年度('96-'97)	11.3		9.9	8.9	8.6	8.3	8.4	9.1	9.5
平成9年度('97-'98)	12.2		10.6	9.5	9.1	9.2	9.9	10.1	11.1
平成10年度('98-'99)		10.2	10.1	9.1	8.7	8.6	9.1		9.8
平成11年度('99-'00)	12.5	11.7		10.1	8.7		8.3	8.8	9.3
平均*	11.6	10.8	9.8	9.0	8.6	8.8	8.5	9.1	9.8

*旬平均値の単純平均値

第4-2表 北淡・一宮漁場における年度毎の旬別平均DIN

	9月		10月		11月		12月	
	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬
昭和60年度('85-'86)	11.5	12.8	8.1	5.8	10.3	11.7	12.7	11.8
昭和61年度('86-'87)	9.6	6.9	4.6	5.6	8.1	10.4	12.9	14.8
昭和62年度('87-'88)	5.3	6.8		8.0	8.9	9.6	10.7	15.6
昭和63年度('88-'89)	8.5		12.0	10.1	10.3		11.0	13.5
平成1年度('89-'90)	11.8	10.1		7.1	8.7	11.7	10.6	10.9
平成2年度('90-'91)	4.9		11.3	9.3	16.5	14.8		14.5
平成3年度('91-'92)	7.5		12.8	12.7	12.3	13.1	14.0	14.6
平成4年度('92-'93)	8.5		11.6	8.6	7.7	10.1		14.0
平成5年度('93-'94)	5.8		6.5	7.4	9.4	13.2	13.0	13.8
平成6年度('94-'95)		8.5	7.1	9.2	8.3	8.2	9.2	5.0
平成7年度('95-'96)	2.3		7.5	8.1	11.1	12.2	12.5	12.0
平成8年度('96-'97)	8.2	9.9		10.7	12.0	11.8	11.4	13.9
平成9年度('97-'98)	11.7	11.1		6.3	6.9	6.4	7.4	10.4
平成10年度('98-'99)	6.2	6.4	8.1		8.8	7.1	8.0	10.5
平成11年度('99-'00)	8.0	7.0	7.4		9.2	8.6	11.0	11.36
平均*	77.8	8.8	8.8	8.4	9.2	10.4	11.3	11.9

	1月			2月			3月		
	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
昭和60年度('85-'86)	15.2	10.5	7.5	4.6	4.2		2.7	3.6	3.5
昭和61年度('86-'87)		13.2	12.3	10.1	9.5		7.9	7.5	10.5
昭和62年度('87-'88)		14.3		11.6	9.2	8.0	8.0	9.0	5.0
昭和63年度('88-'89)		8.1	9.3	11.7	10.7		10.4	11.4	6.2
平成1年度('89-'90)	10.1	10.0	8.6	11.7		10.3		7.4	7.2
平成2年度('90-'91)	13.8		12.5	11.6			4.2	4.8	4.6
平成3年度('91-'92)	16.5	16.3	13.7	11.9	8.5		5.1	6.0	
平成4年度('92-'93)		15.1	13.4		8.6	6.8		7.0	6.3
平成5年度('93-'94)	11.1		7.2	7.0	5.1		4.5		2.9
平成6年度('94-'95)	5.1			5.5	4.1		4.1	3.5	5.0
平成7年度('95-'96)	10.6		12.2	8.3	4.5	5.5		2.3	2.8
平成8年度('96-'97)	13.2		13.3	8.5	7.3	3.4	1.1	1.1	1.2
平成9年度('97-'98)	11.1		12.4	7.6	3.2	2.6	3.9	4.0	3.3
平成10年度('98-'99)		5.6	6.8	5.3	5.3	4.5	4.3		6.9
平成11年度('99-'00)	10.1	9.9		9.7	4.8		1.7	2.1	1.9
平均*	11.7	11.5	10.8	8.9	6.5	5.9	4.38	5.4	4.8

*旬平均値の単純平均値

第4-3表 北淡・一宮漁場における年度毎の旬別平均DIP

	9月		10月		11月		12月	
	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬
昭和60年度('85-'86)	0.74	0.70	0.50	0.34	0.49	0.90	0.70	0.80
昭和61年度('86-'87)	0.76	0.63	0.52	0.67	0.80	0.83	0.88	0.91
昭和62年度('87-'88)	0.73	0.67		0.62	0.70	0.71	0.72	1.09
昭和63年度('88-'89)	0.73		0.85	0.67	0.72		0.78	0.77
平成1年度('89-'90)	0.76	0.75		0.45	0.65	0.69	0.65	0.64
平成2年度('90-'91)	0.49		0.71	0.66		1.17	0.86	0.92
平成3年度('91-'92)	0.80		1.14	0.99		0.97	1.00	0.98
平成4年度('92-'93)	0.90		1.06	0.70		0.59	0.75	0.93
平成5年度('93-'94)	0.59		0.53	0.74	0.80	0.96		0.95
平成6年度('94-'95)		1.01	0.78	0.89	0.79	0.85	0.83	0.46
平成7年度('95-'96)	0.61		0.95	0.88	1.05	1.01	0.96	0.90
平成8年度('96-'97)	0.84	0.88		0.69	0.78	0.92	0.92	0.95
平成9年度('97-'98)	1.19	0.92		0.67	0.66	0.70	0.75	0.83
平成10年度('98-'99)	0.95	0.64	0.77		0.73	0.72	0.79	0.87
平成11年度('99-'00)	0.83	0.78	0.75		0.78	0.79	0.84	0.86
平均*	0.78	0.77	0.78	0.69	0.77	0.81	0.83	0.86

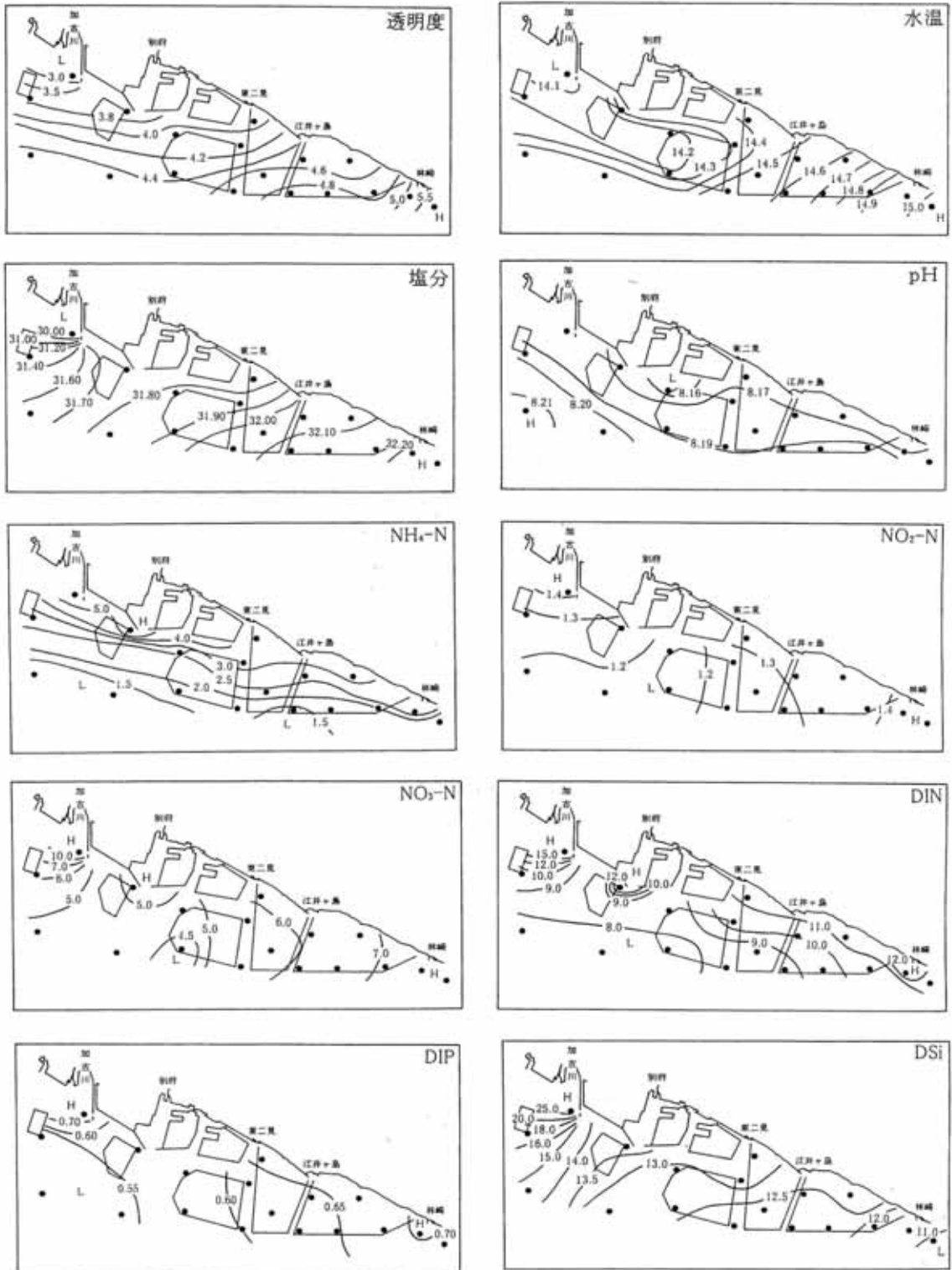
	1月			2月			3月		
	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
昭和60年度('85-'86)	0.74	0.62	0.23	0.11	0.05		0.12	0.17	0.18
昭和61年度('86-'87)		0.85	0.70	0.55	0.51		0.50	0.38	0.43
昭和62年度('87-'88)		0.89		0.72	0.44	0.38	0.33	0.36	0.30
昭和63年度('88-'89)		0.56	0.61	0.60	0.42		0.42	0.44	0.11
平成1年度('89-'90)	0.62	0.62	0.56	0.59		0.51		0.31	0.27
平成2年度('90-'91)	0.85		0.80	0.63			0.30	0.17	0.24
平成3年度('91-'92)	1.07	1.03	0.84	0.67	0.45		0.34	0.40	
平成4年度('92-'93)		0.89	0.81		0.51	0.37		0.36	0.36
平成5年度('93-'94)	0.82		0.56	0.50	0.42		0.48		0.26
平成6年度('94-'95)	0.54			0.61	0.47		0.40	0.40	0.40
平成7年度('95-'96)	0.85		0.78	0.63	0.40	0.35		0.23	0.25
平成8年度('96-'97)	0.98		0.79	0.55	0.47	0.36	0.27	0.12	0.10
平成9年度('97-'98)	0.81		0.79	0.54	0.31	0.22	0.28	0.27	0.28
平成10年度('98-'99)		0.66	0.66	0.60	0.59	0.54	0.53		0.56
平成11年度('99-'00)	0.80	0.79		0.69	0.50		0.25	0.15	0.22
平均*	0.81	0.77	0.68	0.57	0.43	0.39	0.35	0.29	0.28

*旬平均値の単純平均値

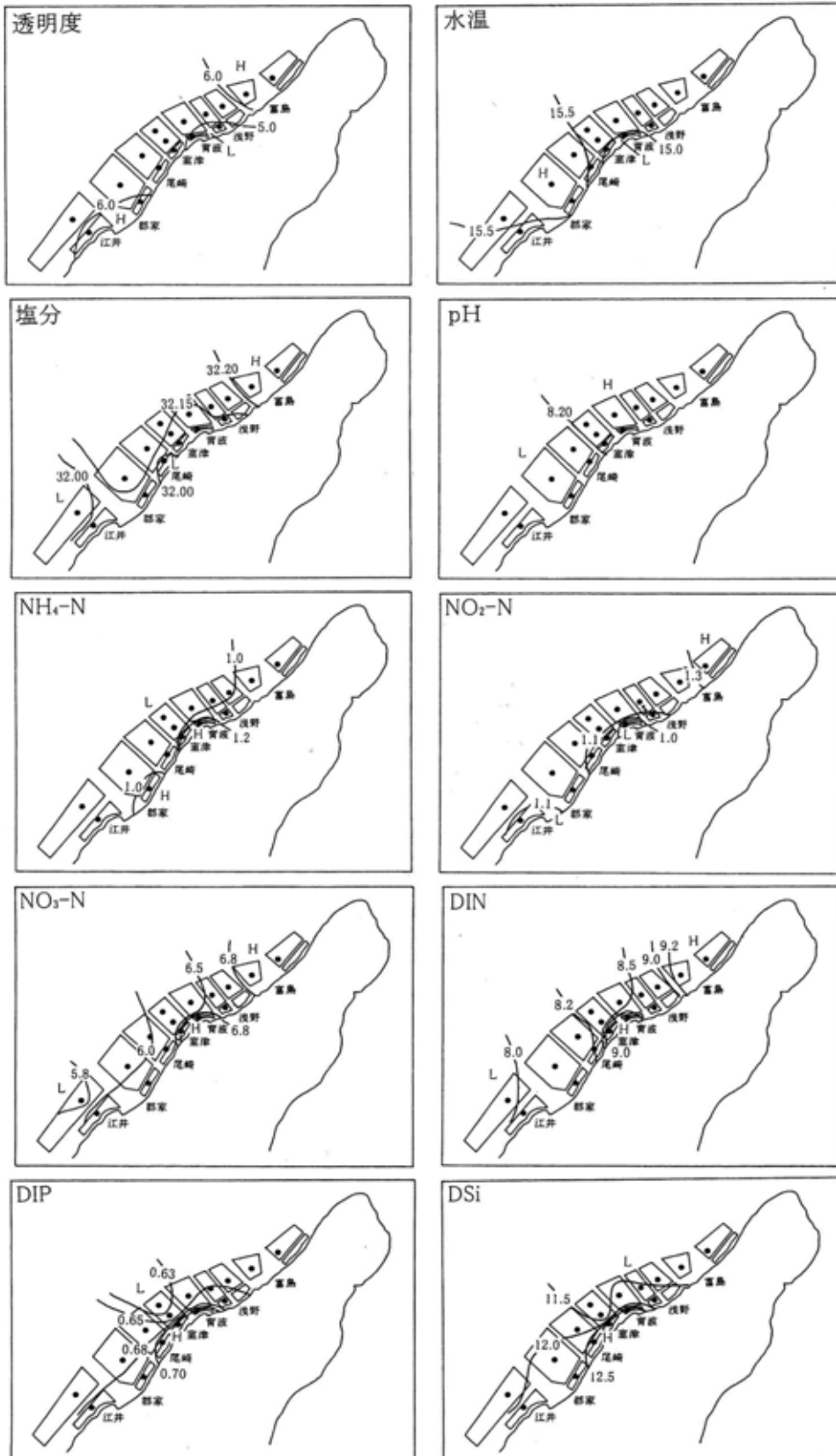
第4-1表の北淡・一の宮漁場の年度毎の旬別平均水温より、9月下旬において25.0°C以上を記録した年は、昭和60年、平成元年、平成6年、平成10年、平成11年であり、とりわけ26.0°C以上であったのは平成6年、平成11年であった。また、ノリ生産開始直前の11月中旬において19°C台以上であったのは、平成2年、平成4年、平成5年、平成6年、平成10年、平成11年で、これらのことから、平成6年、平成10年、平成11年は、9月下旬頃の高い水温状態がノリ生産期まで続いたことが伺える。他方、東播漁場で色落ちが起こりやすい水温の目安であった8.0°Cを下回る水温を録した年度は、昭和60年度（1月下旬、2月上旬、中旬、3月上旬、中旬）、平成2年度（3月上旬）、平成7年度（2月上旬、中旬、下旬）の3ヶ年であり、北淡・一の宮漁場の場合、色落ちが起きた平成8年度の2月下旬、3月上旬は8.0°Cを下回らず8.0～8.5°Cであった。平成8度と同様、平均水温8.0～8.5°Cを記録した年度は、昭和61年度、昭和62年度、平成6年度、平成11年度であった。これらの年度で平成11年は後述の様に、東播漁場と同様、北淡漁場でも過度な色落ち被害が発生した。第4-2表の北淡・一の宮漁場の年度毎の旬別平均DINより、最も高い濃度を示す12月中旬、下旬において、最大値を記録した年は平成3年（15.9 $\mu\text{g-at/l}$ ）で、最小値は平成6年（3.0 $\mu\text{g-at/l}$ ）であった。平成6年については、東播漁場のところで述べたように、10月～翌年1月にかけて、*T. diporocylus* が播磨灘から大阪湾にかけて異常繁殖し、栄養塩低下現象を起こしたが、¹⁰⁾ 北淡・一の宮漁場においてもその影響を直接受け、東播漁場よりさらに低いDIN濃度が観測された。平成7年度、平成8年度のDINについての調査結果から、旬別平均で3 $\mu\text{g-at/l}$ を下回ると、この海域においてかなり広範囲に、しかも深刻なノリの色落ち被害が発生した。⁸⁾ 平成7年度、平成8年度以外でDINが3 $\mu\text{g-at/l}$ を下回った年度は、昭和60年度（3月上旬、2.7 $\mu\text{g-at/l}$ ）、平成5年度（3月下旬、2.9 $\mu\text{g-at/l}$ ）、平成9年度（2月下旬、2.6 $\mu\text{g-at/l}$ ）、及び平成11年度（3月上旬、1.7 $\mu\text{g-at/l}$ 、3月中旬、2.1 $\mu\text{g-at/l}$ 、3月上旬、1.9 $\mu\text{g-at/l}$ ）であった。昭和60年度は、東播漁場で述べた様に、冷凍網生産期での品質が芳しくなかったが、この結果もそれを裏付けている。平成5年度、平成9年度は、DINが3 $\mu\text{g-at/l}$ 以下となったこの時期、北淡・一の宮漁場の一部において若干ノリの色落ちの兆候が認められたが、間もな

く回復基調となった。平成11年度については、東播漁場で述べたように、翌年2～3月に播磨灘において珪藻プランクトン *E. zodiacus* が異常発生し、それ以前に発生の見られた平成8年度と比較して、北淡・一の宮漁場での *E. zodiacus* の増殖密度が2～3倍高く、増殖のピーク期間は東播漁場より約5日程度遅れた3月1日～3月20日の約20日間であった（永田ら未発表データ）。*E. zodiacus* の増殖と水温との関係についてみると、増殖ピーク始期の3月上旬の水温は8.3°C、ピーク終期の3月中旬の水温は8.8°Cであった。この現象により、平成11年度は、平成8年度以上の規模の色落ちが発生し、北淡漁場でノリの色落ち終期が平成8年度に比べ約10日遅く（4月1日頃）観測され、色落ち期間も約1ヶ月間続いた。第4-3表の北淡・一の宮漁場の年度毎の旬別平均DIPより、最も高い値を示す12月上旬において、最大値を記録した年は昭和62年（1.09 $\mu\text{g-at/l}$ ）で、最小値は平成元年（0.65 $\mu\text{g-at/l}$ ）であった。東播漁場で色落ち被害が起き易い濃度とされる旬別平均DIPが0.20 $\mu\text{g-at/l}$ 以下であった年度は、昭和60年度（2月上旬、0.11 $\mu\text{g-at/l}$ 、2月中旬、0.05 $\mu\text{g-at/l}$ 、3月上旬、0.12 $\mu\text{g-at/l}$ 、中旬、0.17 $\mu\text{g-at/l}$ 、下旬、0.18 $\mu\text{g-at/l}$ ）、昭和63年度（3月下旬、0.11 $\mu\text{g-at/l}$ ）、平成2年度（3月中旬、0.17 $\mu\text{g-at/l}$ ）、平成8年度（3月中旬、0.12 $\mu\text{g-at/l}$ 、3月下旬、0.10 $\mu\text{g-at/l}$ ）、及び平成11年度（3月中旬、0.15 $\mu\text{g-at/l}$ ）であった。色落ち被害のあった平成7年度は、DIP濃度が0.20 $\mu\text{g-at/l}$ 以下にならず、0.2 $\mu\text{g-at/l}$ 台であった。平成7年度と同様、DIPが0.2 $\mu\text{g-at/l}$ 台を記録した年度は、平成元年度、平成5年度、平成9年度で、北淡・一の宮漁場での色落ち被害発生とDIP濃度との関連でいえば、DIP濃度が0.30 $\mu\text{g-at/l}$ 以下が被害発生の条件といえる。以上、北淡・一の宮漁場の15年間にわたる年度毎の旬別平均水温、DIN、DIPから、平均DIN濃度は東播漁場と同じ3.0 $\mu\text{g-at/l}$ 以下、平均DIP濃度は0.30 $\mu\text{g-at/l}$ 以下の状況になれば、ノリの色落ち被害が起こり易いことが明らかとなった。また、東播漁場と同じく、*E. zodiacus* は低水温期（8.5°C以下）に異常発生し、顕著な色落ち被害を発生させていることから、北淡・一の宮漁場でも水温を指標にすれば、*E. zodiacus* による色落ち予察が可能ではないかと考えられた。しかし、北淡・一の宮漁場の場合、平均水温8.5°C以下、平均DIP濃度0.30 $\mu\text{g-at/l}$ 以下で色落ち被害が発生した頻度は、東播漁場の場合よ

り低く、東播で触れた様な水理的影響¹⁷⁾を北淡・一の宮は受け難く、栄養塩の高い大阪湾の潮がより強く影響している可能性も考えられる。次に各地点ごとの水質（透明度、水温、塩分、pH、栄養塩（ $\mu\text{g-at/l}$ ）の



第3図 東播地先漁場における透明度(m), 水温($^{\circ}\text{C}$), 塩分(psu), pH, 栄養塩($\mu\text{g-at/l}$)の平均的水平分布



第4図 北淡・一の宮地先漁場における透明度(m),水温(°C),塩分(psu), pH,栄養塩($\mu\text{g-at/l}$)の平均的水平分布

養塩)の9月下旬~3月下旬間の平均値を地図上にプロットした、水平分布について述べる。第3図に東播漁場の水質の水平分布を示す。東播漁場では、透明度が明石海峡部St. 1'で最も高く、西方漁場に進むにつれて次第に低い値を示し、St. 6, St. 8にかけて低く、加古川河口St. 7が最も低い値であった。水温は明石海峡部St. 1'で最も高く、西方漁場に進むにつれて次第に低い分布を示し、St. 5からSt. 6, St. 8にかけて低く、加古川河口St. 7が最も低い値であった。塩分は明石海峡部St. 1で最も高く、西方漁場に進むにつれて次第に低い分布を示し、加古川河口St. 7が最も低い値であった。pHは西方沖合地点のSt. 上1で最も高く、沿岸部にはほぼ平行に波状的に低い分布を示し、St. 5で最も低い値を示した。NH₄-N濃度は西方沖合地点St. 10, St. 上1で最も低く、沿岸域にはほぼ平行に波状的に高い分布を示し、St. 6, 及び加古川河口St. 7で高い濃度域であった。NO₂-N濃度は明石海峡部St. 1, St. 1', 及び加古川河口St. 7で高い濃度を示し、St. 5, St. 11から西方沖合地点St. 10, St. 上1にかけて最も低い濃度域であった。NO₃-N濃度は明石海峡部St. 1', St. 6, 及び加古川河口St. 7で高い濃度を示し、St. 11が最も低い濃度であった。DIN濃度はNO₃-Nの場合とよく似た状況で、明石海峡部St. 1, St. 6, 加古川河口St. 7で高い濃度を示し、St. 11から西方沖合地点St. 10, St. 上1にかけて低い濃度域であった。DIP濃度は明石海峡部St. 1及び加古川河口St. 7が高い濃度を示し、西方沖合地点St. 10, St. 上1からSt. 8にかけて低い濃度域であった。DSi濃度は加古川河口St. 7が最も高く、東方漁場に進むにつれて次第に低い分布を示し、明石海峡部St. 1が最も低い濃度であった。以上、東播漁場の水質の水平分布の特徴として、透明度、水温、塩分はよく似た分布を示し、明石海峡部が最も高く、加古川河口で最も低い状況であった。また、栄養塩が高い濃度域は、加古川河口、別府港周辺、及び明石海峡周辺部で、なかでも加古川からの栄養塩負荷は卓越していた。第4図に北淡・一の宮漁場の水質の水平分布を示す。北淡・一の宮漁場では、透明度がSt. 10, 及びSt. 15で最も高く、St. 5, St. 7で最も低い値を示した。透明度が低くなった理由は、水深が浅いことによるものである。水温はSt. 12, St. 14, St. 16で高く、St. 3及びSt. 5で低い値を示した。塩分はSt. 9, St. 10で最も高く、St.

11, 及びSt. 16が低い値を示す海域であった。pHはこの海域で大きな分布変化は認められず、St. 1, St. 2より潮上の漁場が、潮下の漁場よりやや高い値を示した。NH₄-N濃度はSt. 3, St. 5で最も高く、続いてSt. 7, St. 9, St. 10で高い濃度を示した。総じて沖合になる程低い濃度を示した。NO₂-N濃度はSt. 10で最も高い濃度を示し、St. 5が最も低い濃度であった。NO₃-N濃度はSt. 3, St. 5, 及びSt. 9, St. 10で最も高く、St. 16が最も低い濃度域であった。DIN濃度分布はNO₃-Nの場合によく似た状況で、St. 9, St. 10で最も高く、続いてSt. 3, St. 5が高く、St. 16が最も低い濃度域であった。DIP濃度はSt. 3, St. 5, St. 11で高い濃度を示し、St. 1が最も低い濃度を示した。DSi濃度はSt. 3, St. 5, St. 11が最も高く、St. 10が最も低い濃度であった。以上、北淡・一の宮漁場の水質の水平分布の特徴として、東播漁場に比べ全般に地点間の水質差が小さく、分布密度が大きいこと、同じ北淡漁場でもSt. 9, St. 10が他の漁場よりも潮上の影響を強く受けていること、陸水の影響が地先漁場の極く一部に限られているため栄養塩が沖合漁場にまで及ばず、潮上の水質が北淡・一の宮漁場では卓越していることなどがあげられる。

要 約

播磨灘の主要ノリ漁場である東播地先漁場18点、北淡・一の宮地先漁場16点において、昭和60年度(1985-1986)から平成11年度(1999-2000)に至る15年間に、毎年ノリ養殖作業が開始される9月下旬から翌年3月下旬まで、実施した水質(透明度、水温、塩分、pH、NH₄-N、NO₂-N、NO₃-N、DIP、DSi)の調査結果(調査総数:東播227回、北淡・一の宮247回)を総括し、平均的な現況を明らかにした。

- 1) 東播漁場(東播)と北淡・一の宮漁場(北淡)の比較で、透明度は北淡が幾分高い傾向であった。塩分は東播では1月中旬以降に上昇が認められるが、北淡ではそのような傾向は見られなかった。pHは東播では1月下旬以降8.20以上に上昇するが、北淡では上昇が12月下旬に見られた。栄養塩の最大期(最小期)は、東播は12月中旬(3月上旬、中旬)で、北淡は12月上旬、中旬、下旬(3月上旬、中旬、下旬)で

あった。北淡では栄養塩の最大期が東播より約10日遅く観測され、かつDIN濃度も若干低かった。また、NO₂-N濃度上昇に先立つ20日から30日前にNO₂-N濃度上昇が両漁場で認められた。

- 2) 水温は、年度別の比較で平成6, 10, 11年度の9月下旬から11月中旬に両漁場で平年値を上回っていた。また、両漁場で平均水温が8.5℃以下を記録した年度は、昭和60, 61, 62年度, 平成2, 6, 7, 8, 11年度であった。DINが最大値を記録したのは両漁場とも平成3年度で、DINが3 μg-at/lを下回ったのは、東播では平成7, 8, 9, 10, 11年度, 北淡では昭和60年度および平成5, 7, 8, 9, 11年度であった。DIPが最大値を記録したのは、東播では平成3年度で、北淡では昭和62年度であった。DIPが0.2 μg-at/lを下回ったのは、東播では昭和60年度および平成2, 7, 8, 9, 11年度, 北淡では昭和60, 63年度および平成2, 8, 11年であった。

東播, 北淡ともDIN濃度が平均で3.0 μg-at/l以下, DIP濃度が平均で0.3 μg-at/l以下になれば、ノリの色落ち被害が広範囲に起こり易いことが明らかになった。また、平成8, 11年に*E. zodiacus*が低水温期(東播は8℃以下, 北淡は8.5℃以下)に異常増殖し、顕著な色落ち被害を発生させていることから、水温を指標にすれば、*E. zodiacus*による色落ち予察が可能ではないかと考えられた。

- 3) 水平分布に関して、東播の場合、透明度、水温、塩分はよく似た分布を示した。また、栄養塩濃度が高い水域は、加古川河口、別府港周辺、及び明石海峡周辺部であった。北淡の場合、東播に比べ地点間の水質差が小さく、陸水の影響は地先漁場の極く一部に限られており、全般に潮上の水質が卓越していた。

謝 辞

本文をまとめるにあたり有益な助言を頂いた、兵庫水試主任研究員、堀 豊氏に深謝いたします。長期にわたった本調査には、明石浦漁協元職員の戎谷光好氏を始め、兵庫のり研究所研究員諸氏、兵庫漁連職員諸氏、及び北淡町職員諸氏、など多くの方々に協力いただきました。ここに併せて謝意を表します。

文 献

- 1) 兵庫県漁業協同組合連合会: 平成11年度のり共販資料, 2000, pp. 18.
- 2) 瀬戸内海環境保全協会: 瀬戸内海の環境保全-資料集- 昭和58年度, 1984, pp. 46-51.
- 3) 清水徹, 駒井幸雄, 小山武信, 永淵修, 日野康良, 村上和仁: 瀬戸内海における汚濁負荷量と水質の変遷, 水環境学会誌, 21, 780-788(1998).
- 4) 眞鍋武彦・長井 敏・堀 豊: 厳しさを増す沿岸漁業。「水産と環境」(清水 誠編), 水産学会シリーズ103, 恒星社厚生閣, 東京, 1994, pp. 9-18.
- 5) 眞鍋武彦・近藤敬三: 播磨灘における大型珪藻 *Coscinodiscus wailesii* と栄養塩環境に関する研究. 昭和61年度赤潮対策技術開発試験報告書, 1-26(1987).
- 6) 眞鍋武彦・近藤敬三: 播磨灘における大型珪藻 *Coscinodiscus wailesii* と栄養塩環境に関する研究. 昭和62年度赤潮対策技術開発試験報告書, 1-36(1988).
- 7) 眞鍋武彦・反田 實・堀 豊・長井 敏・中村行延: 播磨灘の漁場環境と植物プランクトンの変動-20年間のモニタリングの成果-. 沿岸海洋研究ノート, (31), 169-181(1994).
- 8) 永田誠一・中筋昭夫・中谷明泰・井川直人・堀 豊: 1995, 1996年漁期後半に播磨灘のノリ漁場において観測された珪藻プランクトンについて, 兵庫水試研報, (34), 41-48(1998).
- 9) 増田恵一・谷田圭亮・山内幸児: 明石海峡周辺のノリ養殖漁場における環境と生産の特性, 兵庫水試研報, (30), 37-47(1992).
- 10) 堀 豊: 1993, 1994年度の播磨灘の特異な水温, 塩分環境について, 兵庫水試研報, (33), 39-50(1996).
- 11) 長井 敏・宮原一隆・堀 豊: 1994-1995年冬季播磨灘に大量発生した *Thalassiosira* sp. について, 兵庫水試研報, (32), 9-17(1995).
- 12) K. Miyahara, S. Nagai, S. Itakura, K. Yamamoto, K. Fujisawa, T. Iwamoto, S. Yoshimatsu, S. Matsuoka, A. Yuasa, K. Makino, Y. Hori, S. Nagata, K. Nagasaki, M. Yamaguchi, and T. Honjo, First Record of a Bloom of *Thalassiosira diporocyclus* in the Eastern Seto Inland Sea, *Fisheries*

- Science*, 62(6), 878-882(1996).
- 13) 藤本敏昭: ノリの色と海水中の窒素量の関係について(抄録), 南西海ブロック藻類研究会誌, 32(1981).
- 14) 山内幸児: ノリ浮き流し養殖におよぼす環境要因に関する研究-I ノリ葉体中の窒素, リン含量と漁場のDIN, PO₄-P濃度との関係について, 兵庫水試研報, (21), 71-76 (1983).
- 15) 西川哲也・宮原一隆・長井 敏: 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(6), 993-998(2000).
- 16) 長井 敏: 播磨灘産の大型珪藻 *Coscinodiscus wailesii* Gran の生活環と生態に関する研究. 学位論文, 京都大学, 京都, 1995, pp. 1-177
- 17) 反田 實: ノリの生産と気象・海象・水質との関連について, 昭和59年度兵庫水試事業報告, 251-259 (1986).