特集 河川管理—ダムと水産

新しい水利用概念『漁業用水』提案の経緯
—水利用と食料自給の観点から—

眞 鍋 武 彦

財団法人環境メックスセンター

The proposal of new concept “Fishery Water” in water utilization and food self-sustenance

TAKEHIKO MANABE

International Center for Environmental Management of Enclosed Seas, Kobe, Hyogo 651-0073, Japan

陸水資源はその利用目的に応じ“用水”といった概念が歴史的にも成立し、各分野の協調のもと合理的に利用されている。筆者は我が国の食料生産や水域環境保全に漁業が大きく寄与しており、将来益々その重要性が高まると予測されることから、その継続的発展が今後の日本の大きな課題であることを述べ、さらに水環境に全てを委ねる漁業にとって必要かつ基本的な考え方として、『漁業用水』なる新しい概念を2001年朝日新聞紙上に提案した。¹⁾この中では陸水資源のみならず、海面利用における海水資源をも含む広義での水資源を取り上げている。この提案に関し、その内容や目的などに関する賛否の論議が多くなされてきた。ここでは、新概念を提案をするに至った経緯や背景などを食料問題、人口問題、海域環境保全問題などの観点から掘り下げる。

1. 食料問題

我が国の人口は、2005年に減少に転じたといえ、既に1.27億人に達している。²⁾食料は国内生産では充分まかないきれず、多くを輸入に頼っている。農林水産省では、食料自給増大をめざし、食料安全保障マニュアルを立案した。³⁾その中で、2010年における目標食料自給率を45%としている。⁴⁾現在(2006年8月)の地球人口は65.4億人といわれ、2048年頃には90億人を突破するのは確実といわれている(U.S. Census Bureau. World POP Clock Projection. 2006. <http://www.census.gov/ipc/www/popclockworld.html>)。この急激な人口増加に対応できる食料増産は至難のことであり、殊に急速な人口増大が懸念されている国々では早晩食料危機が訪れる事は必至とされている。ローマクラブが示した人類成長の分岐点2020年までにあとわずかな期間しかなく、⁵⁾地球上人類の人口・食料問題の抜本的解決まで時間的余裕はほとんど残されていない。また、エコロジカルフットプリントの概念⁶⁾では、現時点で人類は地球1.2個分

の資源を利用し、さらに大きい利用拡大が予測されており、地球上における人類繁栄の地域的偏りが懸念される。

将来の世界的人口爆発、食料危機に対応するために、食料自給率の低い我が国では更に早く、高い自給率達成目標を掲げる必要がある。また、先進国として、我が国が目指す達成目標は全地球的見地から立案する必要がある。また、国内における現有資源の有効利用、過重化した人口、環境管理などの適正化などが大きな課題である。そのためにも、生物界での滑らかな物質循環、さらにそれが効率的な食料増産に結びつくような手法の開発が必要とされる。

我が国の食料供給をみると、食料生産の基幹となる農林水産業は資本主義原理の下、衰退の一途をたどり、食料自給率はカロリーベースで40%、生産額ベースで70%であり、これらは欧米諸国と較べても極端に低い自給率となっている。⁴⁾1965年頃の食料自給率はカロリーベースで73%であった事を考えると、ここ3~40年間で極端に自給率が低下している。肉類の自給率はさらに極端で、生産量ベースで90%から55%に減少している。⁴⁾日本がいかに食料生産をおろそかにし、生産努力を避け、安い食料を経済力に物言わせ輸入に頼ってきたかが判る。我が国をはじめ経済大国の過大な食料輸入は、途上国の食料問題をより深刻なものにしており、大きな社会科学的問題を投げかけている。途上国のGDP増大、人口過剰が懸念される2020年頃からは、我が国への諸外国からの低コスト食料の輸入は難しくなり、さらに食料輸入そのものが困難になることが予測される。輸入量が極少になることを想定・覚悟し、国内生産量を高め、自ずから自給率を高める必要がある。殊に主食の穀類の生産増大は必須で、そのためには生産に必要な農地と水の確保(大きい資本投入、殊に水資源貯留システムの確保)と技術の革新(適応品種の作出などに関する

社会のコンセンサスなども)が必要になる。また、食料資源の循環ロスを大幅に削減することが必須である(我が国の食物の可食部分の廃棄率は、高度成長下に急速に増大し、1965年に12.6%、1993年には28.8%に達している)。⁷⁾

国土の少ない我が国で開発しうる耕地面積には限りがあり、将来国民の食料を支えるには農業以外からの供給が必要となる。近年、食生活の肉食化が進み、肉類生産拡大のために大量の餌料穀物供給が必要になっているが、餌料の大半を輸入穀物に頼っている現状から見ると、畜産業における大幅な食料増進は期待できない。また、食肉を生産するために、その数倍以上の穀類を餌料として与える必要があり、⁷⁾ 全地球的な食料危機の中では非効率的な食料生産は成立しなくなろう。

未開発の広大な面積を持つ海が主食(穀類自給率)の一部を担わなければならないようになってきている(エネルギー効率の良い海藻養殖産業などに期待が持てる)。ただ、その漁業は近年徐々に衰退し、魚介類自給率は低下しており、⁴⁾ 海国日本として反省すべき点は多い。

2. 水利用

世界の年間降水量は880 mm、年間降水総量は $1.2 \times 10^{14} \text{ m}^3$ であり、そのうち利用可能な水資源量は $55 \times 10^{12} \text{ m}^3$ 、1人当たり9123 m^3 と言われる。我が国の平均年間降水量は1718 mmであり、世界平均の約2倍の水資源に恵まれている。ただ、利用可能な1人当たり水資源量は3332 m^3 と世界平均の36%に過ぎない。⁸⁾ このことは、諸外国に比べ水環境が悪化しやすいことを意味する。陸上の余剰物質が川や海に直接あるいは間接に流入し、閉鎖性の強い水域では生物生育に不適な環境汚染につながる。この海に流入する陸水の管理が非常に大きい問題となる。

日本で利用されている年間水量は利用可能な水資源量の21%、 $8.9 \times 10^{14} \text{ m}^3$ 弱であり、この量は近年ほぼ一定、ダムやため池などに確保されている。利用量が最も多いのが農業用水であり、ほぼ71%が利用されている。日本が現在、諸外国から農作物や畜産物等として輸入される食料を水の量に換算すると $6.4 \times 10^{14} \text{ m}^3$ に達する(バーチャルウォーター)。⁹⁾ 即ちこれら輸入食料を国内で生産すると、今確保されている量の約1.7倍の水が必要になる。食料自給率を高める上で、農業用水不足問題は今後の大きい課題と言える。利用可能な水資源の約80%は未利用のまま海へ流入しており、今後とも農業用水を確保する手段として、ダムやため池、森の保水力等が重要になる。近年、否定的な立場から議論されることの多い農地、埋立、ダム確保の必然性と、その功罪に関し十分な論議が必要であらう。近年、工業用水の利用は低減傾向にあり、生活用水だけが大きく増加している。⁸⁾ これは日本人の生活利便性願望に起因しており、

今後生活用水削減も大きい課題となろう。

一方、地球上に $1.34 \times 10^{18} \text{ m}^3$ 存在する海水は実質上無限と言って良い。⁸⁾ ただ、人口密集地域の閉鎖性の強い沿岸域などには、河川などからの陸上の余剰資源が流入し、環境は近年悪化の傾向をたどり、生物生産に不適な状態となっている。沿岸海域の再生と、漁業への利用が日本の食料自給を支える大きい力になろう。

3. 漁業の役割

漁業はその全てを自然の生産力に依存してきた。最も直接的に水を利用し、魚介類を育み漁獲し、海の環境変化(陸の人間活動の結果)に応じ漁業形態を変えながら我が国の食生活を支え生業としてきた。また、水域には水循環の過程で、陸上の生物活動の余剰物が流入する。この余剰資源は魚介藻類によって再び有機化される。漁業は、海域に流入したこの余剰資源を貴重な食料(漁獲物)として回収再利用する唯一の生物資源循環産業と言える。その回収量は内海域などでは負荷量の数%~20%に達する。¹⁰⁾ 過密な生物(殊に人類の人口密集)による環境悪化の中、資源循環産業としての漁業の役割は非常に大きい。近年の漁獲量減少などによる漁業の後退は環境保全上の大きい問題でもあり、漁業の持続的発展こそ非常に重要といえる。

我が国の食料生産を海から見ると、1964年に113%を示した魚介類のカロリーベース自給率は現時点では55%と激減し、⁴⁾ 農産物同様、資源を輸入に求めたことが如実に判る。我が国の排他的経済水域は世界で6番目に広く、¹¹⁾ 利用できる資源も生物、冷熱や一次生産力など非常に大きいことが知られている。経済水域内の資源利用は、我が国、そして全地球的にも非常に重要で、将来、恐らくエネルギーや食料資源の主を占めるであろう。

元来漁業は、副食産業であり、魚介類は日本人食料供給熱量の5.1%(魚介類供給量は130 kcal/人、全供給熱量は2562 kcal/人)を占めるにすぎず、⁴⁾ エネルギー源として穀物産業代替の期待は大きくなかった。しかし、タンパク質供給量の22.2%を動物性タンパク質供給量の40.4%占め、その重要性は計り知れない。ただ、近年輸入が増加し、重量ベース自給率は57%に低下している。輸入穀類の減少などに伴う畜産タンパク質を水産物で補うには、将来的に昭和40年当時の動物タンパク供給量の60%程度まで、そして自給率を100%近くに高めることが望まれる。海洋資源は未だ未開発部分が多く、また、漁業は他の産業に比べ生産のために肥料や餌料などの多くのエネルギーを投入しなくても良く、人の知恵による効率的な漁業によって食料供給寄与率を高める事は出来よう。また、主食と異なり海産物は、副食として味、栄養源ともに多様でなければならない。この点から見ると、高級魚目的漁業と揶揄されるこ

ともある増養殖漁業もあながち捨てたものではない。また、漁獲後廃棄され市場に出ない漁獲物、加工・料理の過程で廃棄される部分などを極力少なくし、畜産物餌料として活用するなど、実質的に100%を上回る自給率も可能であろう。さらに、海底に固定されている栄養物質の魚介藻類としての回収などは今後必須であり、食料としての寄与を高めるであろう。

我が国における魚介類自給率を高めるため、国内生産の増大は必須であり、また近年、肉食に変化してきた国民の嗜好を過去の植物食、魚食に誘導する必要がある。漁業形態も大きく変化する必要があり、殊に深層水利用などによる沿岸・沖合養殖の創出など、経済水域内資源の積極的利用は必須となろう。また、未利用資源の利用のための研究・調査は非常に重要になる。更に、未利用資源を利用するための加工技術の開発も必須となろう。その他、若年漁業者増のための施策、高齢者対策のための新たな沿岸漁業の作出、地域振興（新産業作出、雇用の増大）等、快適な漁業が営めるような環境整備が政治・行政に求められている。

近年、瀬戸内海全域、八代海・有明海等で漁場の劣化などによる漁業崩壊が問題になっている。食料面、環境面で漁業の役割を果たすためにも沿岸漁業の継続的発展を図る必要が我が国にはある。ここで、漁業の環境面での役割を、瀬戸内海播磨灘を例にとって試算した例を示す。兵庫県陸域から播磨灘に流入する窒素・磷はそれぞれ36 t/日、2.1 t/日、淡水流入量は 5.99×10^9 m³/年に上る。また、播磨灘では、養殖ノリが年間約14億枚生産されており、これらから養殖ノリとして回収される窒素・磷量がそれぞれ251 t/年、23.4 t/年になる。これは播磨灘に流入する年間負荷量の1.9%~3.0%に相当する。回収率としてみると大きい数字ではないが、ノリ養殖期間がほぼ4ヶ月である事を考慮すると養殖期間中の回収率は約10%にも達する。また、同様に漁船漁業によって回収される窒素・磷量も11%~31%と試算される（眞鍋、未発表）。漁業を富栄養物質の回収産業と位置づけると、非常に大きい効果を持つ産業と言える。

近年多発する漁場の貧栄養化をダムや大堰の一時的放水で解決可能かどうかを播磨灘に流入する加古川について検討する（眞鍋、未発表）。加古川下流にある加古川大堰の貯水量は、最大 1.6×10^6 m³であり、流域の農業、工業、生活用水として重要な位置にある。この水量に含まれる栄養塩類を養殖ノリに換算すると約1400万枚、42 tに相当し、播磨灘での養殖ノリ生産量約14億枚の約1/100に相当する。大堰貯留水全量が放水された場合に海域面積20 km²、水層厚25 cmの海水を窒素濃度で4 μ M程度高くすることができる。これにより海域は一時的に貧栄養状態から脱し、養殖ノリ生産を中断することなく継続することができ、加古川大堰貯留水の

一時的放流はノリ養殖業の継続的発展にも寄与すると考えられる。

4. 漁業と漁場環境の現状

漁業の形態は陸上の汚染の歴史に非常に左右され、陸上が正に漁業形態を変えてきたと言える。我が国の漁業は漁船の動力化や漁具の改良などで、第二次世界大戦後、飛躍的に活発化し、1980年代中頃漁獲量は1200万トンとピークに達した（農林水産省、漁業・養殖業生産統計年報（漁業養殖業部門別累計統計生産量）2006。<http://www.maff.go.jp/tokei.html>）。1970年頃から80年頃にかけての漁獲量の上昇は、マイワシに代表されるプランクトン食性魚種の増加に起因する。しかし、産業の急速な復興、人口の集中等と共に陸上の多量の余剰資源は、水域に流入し、瀬戸内海の環境は悪化し、漁業に悪影響を与えるようになり、漁獲される魚種の多様性が損なわれるようになった。

沿岸環境悪化の中、1958年に我が国初の公害立法である水質保全法及び工場排水規制法が制定され、1970年の水質汚濁防止法、海洋汚染防止法など公害関連14法の成立に結びついた。

瀬戸内海汚染の実態が如実に現れたのが、1972年に表面化したPCBsによる魚介類汚染、そして有害赤潮による魚介類の斃死事件であった。PCBs汚染問題は後に徹底した汚染状況調査、迅速な汚染源の除去等により汚染は軽減した。有害赤潮による魚類の斃死事件は、瀬戸内海東部4県で瀬戸内海全体の養殖魚の65%に当たる1400万尾、約70億円の被害を与え、海域汚染に対する人々の意識を高めた。また、1975年には、岡山県水島石油コンビナートからの重油流出事故が発生し、瀬戸内海の漁業が壊滅したとまで言われた。流出重油は、多くの機関、住民などの努力により大部分が回収され、さらに大きい自然の自浄力によって長期間の悪影響を生態系には及ぼさなかった。他にも異臭魚発生、奇形魚発生、重金属汚染、残留農薬など積極的な対策がとられないまま放置されている環境汚染問題は多くある。¹²⁾

このような機運の中、1973年に瀬戸内海環境保全臨時措置法、後に1978年の瀬戸内海環境保全特別措置法が成立し、瀬戸内海の環境保全施策の方向が示され、これが現在の有明海・八代海再生特別措置法そして対策へと繋がっている。この瀬戸内海法が成立する大きなきっかけになった1972年の赤潮発生・被害に対しては、当時天災融資法が適用されるという非常に異質な展開を見せた。ただ、これは赤潮発生による養殖魚の斃死の原因が天災にあるとしたわけではなく、漁業被害救済の立場から天災融資法を適用したものであるが、一方では人為的な過栄養化・赤潮発生を自然現象と断じ、人災を天災に転嫁してしまう風潮が跋扈するようになり抜本的対策が後手にまわった。

多くの環境保全施策により、海域の過栄養化は幾分抑制され一見海域は清澄になってきた。また、過栄養化に起因する赤潮の発生とそれに伴う漁業被害は1976年頃をピークに減少してきた。しかし、新しい有害プランクトンの出現、海底質の悪化などにより漁業被害は多様化し、現在も非常に大きい課題となっている。¹²⁾

2001年に発生した有明海における低水温期の赤潮発生に起因する養殖ノリの品質低下現象は、諫早湾の水門閉め切り問題などと連動し大きい社会問題となっている。このような品質低下現象は、1980年頃から瀬戸内海でも発生し対策が急がれてきた。発生因子の解明も含め一定の研究成果は上がっているが、抜本的な対策には至っていない。1970年代から続いている高水温期の有害赤潮による魚介類の斃死問題対策などが未だ十分でないところから推察して、有明海の環境問題にも今後多くの知恵と努力とそして時間が必要であろう。

5. 期待される瀬戸内海像

1970年台の海域汚染問題を機に瀬戸内海地域を中心に我が国沿岸海域では多種多様な行政対策が取られた。その対策の基本的な部分は、海域の過栄養化を防止する手段として、陸上からの負荷を抑制する方向の対策“環境負荷抑制型”行政であった。この対策は陸上からの有機物や栄養塩類の排出を一方的に抑制する方向に進み、海の栄養バランスや沿岸生物の生態系などといった自然の営みを考慮した方向には進まなかった。すなわち、陸の論理で行政や、社会風潮が形成されてきたと言っても過言ではない。例えば、海を生活の糧とする漁業および漁場環境などは無視されてきたと言ってよい。また、海と陸とが互いの立場にたって議論しあう場が産・官・学いずれの場においても非常に少なかった。従来、陸と海との話し合いの場面は、結果的には漁業補償で解決されることがほとんどで、互いに海を食物にしてきた歴史がある。それは日本高度成長期の中の流れであり、そのツケを将来にわたって支払う義務が我々にはある。人間をも含めた生物にとって海が物質循環系の重要な位置にあることを認識し、陸側と海側の対話があれば、恐らく違った方向を開く事ができたであろう。

水生生物の生態系にとって、滑らかに流れる水資源こそ必須の条件である。山地に降った雨は森やため池、水田、川などで栄養を蓄え熟成し海に注ぐ。海は、それらの栄養を利用し養殖ノリや魚介類などのかけがえのない海の幸を育む。また、多くの魚介類は海と川を行き来し生態系を維持している。このような水循環こそ生態系に望ましいシステムである。しかし、水資源利用効率を高めようとすると、水は多くの貯水や利用の場で汚染の危機にさらされ、また滞留時間が長くなり水循環を妨げることになる。

我が国の人口、食料、資源、環境汚染などの将来を考

える上で、上記のような相反する問題を注意深く評価することが大事である。効率的な水利用、豊かな生態系を育む水循環、そして地域の成熟した産業などが調和・共存するため、多くの知恵と議論の蓄積が必要とされる。

瀬戸内海環境保全特別措置法は、当時の社会状況や科学的知見などから見て非常に良く練られたものと評価できる。将来に向け、効果を上げてきた“環境負荷抑制分散型行政”に加え、海域に負荷され蓄積し易い非利用物を有用物として回収利用するなど、“環境負荷回収利用型行政”への方向転換が重要である。また、余剰資源回収産業としての漁業、そして漁業の持続的発展こそ如何に重要かといった視点を十分に論議し、瀬戸内海環境保全特別措置法に替わる進化した新『瀬戸内海法』を生み出すことが今必要とされている。

6. 新しい概念『漁業用水』

先述したように、瀬戸内海のノリ養殖は、主たる漁業種として、さらに余剰資源回収産業として重要な位置を占めてきた。最盛期の1980年頃を境に瀬戸内海東部海域では、一時的な漁場環境の悪化(栄養不足)により品質低下“養殖ノリ色落ち”が見られるようになった。環境悪化の原因は、養殖ノリ葉体の伸長期に大型珪藻 *Coscinodiscus wailesii* が大量に発生し、栄養を取り込むことにより発生する現象であることが筆者らの研究で判明した。¹³⁾ プランクトンの発生制御は非常に困難で、この現象に対する抜本的対策は見いだされていない。漁業界では、漁場への栄養補給が大きい課題とされ、ダムや大堰等貯留施設設置に伴う漁場への栄養供給の不足が大きく取りざたされるようになり、“養殖ノリ色落ち”時の貯留施設からの放流が叫ばれるようになった。

水の利用は、その目的から、生活用水、工業用水、発電用水および農業用水などのように分けられ、水資源を積極的に利用する概念が出来ている。この概念は、歴史的にも水利権として認められ、互いに共存し産業を支えている。しかし、陸上優位、上流優位の形は否めず、漁業を持続するための『漁業用水』といった概念は未熟で、他分野との水利用に関する秩序は成立していない。

『漁業用水』の考え方を提言する目的は、漁業を支える水すべてを資源と位置付け、工業用水、生活用水、発電用水、農業用水などの水利用分野と共存することにある。また、人が海に対する思いやりを持ち、魚介類が育ち、ノリ養殖などが滑らかに営める環境が、実は非常に重要であると主張することにある。漁業(水生生物)にとって必須の『漁業用水』と農業用水や工業用水などとの大きな違いは、『漁業用水』の多くの部分を漁業者自らが制御できない所にある。歴史的に見ても『漁業用水』は陸の論理に支配され、漁業者自らが陸に向かって主張する機会は皆無であった。先ず、陸が、漁業の果たしている役割、重要性を正當に評価し、漁業が滑らかに営め

る環境を整えるために両者が同じ土俵で対話することが重要であろう。

“漁業用水”提言に対する懸念の多くは、歴史的に秩序が成立している“先発水利権”側からのものであった。ここで主張する『漁業用水』は、農業、漁業など一次産業が将来の人口・食料危機を支える共通の立場にあり、水利用においても同様の立場にあることを主張するもので、互いに対立した概念ではない。水利用分野において、『漁業用水』が“後発水利権”として下位におかれるのではなく、将来にわたって“先発水利権”と同じ立場で協調しあえることを主張するものである。

7. 新しい環境指標の提案

上述したように生産性に富んだ漁場環境を維持することは、海域保全、食料生産の立場から非常に重要である。その水環境を推し量る項目として、古くから“透明度”が用いられ、現在においても最も信頼度の高い項目と言える。近年、有機物量を測定する手法として陸水域ではBODが、海水域ではCODが用いられてきた。また富栄養化指標としては栄養塩類の他、全窒素、全リンなどが用いられている。ただ、公定法によるCODや全窒素、全リンの測定では真値が得られず、海水域の過去の蓄積されたデータの利用に問題が生じている。また、底層の採水は非常に難しく、測定された数値の評価が難しい。ここでは、浅海域で生物生産活性の基本的な条件として、光合成による有機物生産が呼吸による有機物消費よりも大きい水圏環境を提案する。言い換えると、水域の水深より大きい“光補償深度”を保った海づくりを目指すものである。

光補償深度 (m) > 水深 (m)

“光補償深度”は経験的に可視光線量が表層の1/100に減じる深度に近いことが知られており、¹⁴⁾ 以下のように表すことが出来る。

光補償深度 (m) = $2(D_a - D_o) / \log(I_o/I_a)$

(D = 測定深度, I = 測定深度における光強度)

光補償深度 (m) = $4.6 / \text{消衰係数} (1/m)$

光強度、消衰係数¹⁵⁾は現場で測定することが基本であるが、研究室等でも長光路のセルを用いた比色で近似値を得ることが出来る。このような海底まで光が到達する環境では、水塊がほぼ常に酸化状態にあることを意味し、生物生育環境として良好な環境といえる。

8. 終わりに

21世紀中頃から全地球的な食料危機が予測されている。殊に、食料の大半を輸入に頼っている我が国で問題は大きい。この問題解決こそが地球温暖化対策などに先がけて実施しなければならない現代人の最大の課題と言えよう。四方を海に囲まれる我が国にとって、適切な人口制御、陸地の適正な利用と共に海洋生物資源の積極的な有効利用こそ食料問題解決のために肝要なことと考え

られる。この危機的な人口問題、食料問題を乗り切り、そこで得られた知見、知恵を全世界に発信することこそ少資源・高人口密度先進国としての我が国の使命であろう。

我が国の自然資源にあった食料生産を目指すためには、生物資源を育む環境の整備が必須となる。農業における適切な土地利用、漁業における海域保全、そして、生物を育む水の管理が非常に重要になる。自然界の自浄作用にまかされた水管理、水利用ではなく、積極的に人が関与し、生物生産（食料生産）を核に据えた水面利用、水利用が成立することにより、自然を美しく永遠に利用できる状態が保てるものと期待できる。

近年の自然環境のとらえ方（環境倫理）には偏りが見られ、生存倫理との聞き合いに勝利した様相を示している。人類が生息してゆくための食料、エネルギー、水などの確保に関する正当な評価と、両者間の対話があってこそ、滑らかな社会と言えよう。

文 献

- 1) 眞鍋武彦. 【論壇】海からの提案「漁業用水」. 朝日新聞社, 大阪. 2001; 42908: 29.
- 2) 総務省統計局統計調査部. 平成17年国勢調査全国・都道府県・市町村別人口（要計表による人口）. 2005.
- 3) 農林水産省. 不測時の食料安全保障マニュアル. 2002.
- 4) 農林水産省総合食料局. 食料自給率レポート（我が国の食料自給率とその向上に向けて）. 2006; 46: 102-103.
- 5) Meadows DH, Meadows DL, Randers J, Behrens III WW. The Limits to Growth—A Report for THE CLUB OF ROMES Project on the Predicament of Mankind—. 大来佐武郎監訳. ダイアモンド社, 東京. 1972; 73-110.
- 6) Wackernagel M, Rees WE. Our Ecological Foot Print. 池田真理訳. 合同出版, 東京. 2002; 270-272.
- 7) 食問題特別委員会. 新千年紀における食問題の解決に向けて. 日本学術会議. 2000; 15-17.
- 8) 国土交通省土地・水資源局. 平成18年度版「日本の水資源」. 2006; 181-182.
- 9) Oki T, Sato M, Kawamura A, Miyake M, Kanae S, Musiake K. Virtual water trade to Japan and in the world. Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade. Value of Water Research Report Series 2003; 12: 221-235.
- 10) 門谷 茂. 瀬戸内海の環境と漁業の関わり. 「瀬戸内海の生物資源と環境」(岡市友利, 小森星児, 中西 弘編) 恒星社厚生閣, 東京. 1996; 1-37.
- 11) 日本財団. 21世紀におけるわが国の海洋政策に関するアンケート調査報告書. 日本財団海洋船舶部, 東京. 2002; 163-178.
- 12) 瀬戸内海環境保全協会. 生きていた瀬戸内海—瀬戸内法30年—. 神戸. 2004.
- 13) 眞鍋武彦, 近藤敬三. 大型珪藻 *Coscinodiscus Wailesii* による栄養塩類の取り込みについて（予報）. 昭和59年度日本水産学会秋季大会要旨集. 1984, 304.
- 14) 高橋正征, 古谷 研, 石丸 隆. 生物海洋学2「粒状物質の一次生成」. 東海大学出版会, 東京. 1996.
- 15) 日本海洋学会. 海洋観測指針（気象庁編）. 1970; 85-89.