



Title	水環境の評価 : 海域窒素・磷環境基準の設定について
Author(s)	熊谷, 和哉
Description	第2回衛生工学シンポジウム (平成6年11月10日 (木) -11日 (金) 北海道大学学術交流会館) . 8 都市・水・室内等の環境 . 8-2
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 2, 314-319
Issue Date	1994-11-01
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/7635">https://hdl.handle.net/2115/7635</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	2-8-2_p314-319.pdf



## 8 - 2

### 水環境の評価－海域窒素・磷環境基準の設定について

熊谷 和哉（厚生省水道環境部浄化槽対策室）

#### 1. はじめに

環境の評価はどのように行い、どのように環境目標を設定していくかという問題は、環境問題を考えていく上で最も基本的で、ある意味もっとも重要な問題である。特に、何らかの障害を排除しようとする問題解決型からあるべき環境を守っていこうという保全対策型に環境問題が移行しつつある現状を考えれば、多種多様な評価方法のある環境に対して、どのような項目を選択して環境目標を設定するかということは大きな課題である。

ここでは、平成5年に新たに設定された海域における窒素・磷の環境基準（表1、以下、単に環境基準という。）を紹介し、水環境の目標設定、評価方法の課題について述べることにする。

#### 2. 海域窒素・磷環境基準について

##### (1) 環境基準設定の必要性とその検討経緯

環境基準の設定及び排水規制の必要性が認識される直接的な契機となったのは、昭和40年代後半から瀬戸内海における赤潮の頻発さらにこれに伴う漁業被害である。一方、窒素、磷は海域における基礎生産に必要な元素であり、特に海苔養殖やかき養殖においては、高ければ高いほど良いというような見解もあり複雑な状況が形成されていた。

このため、「赤潮防止＝海域の富栄養化問題の解決」との問題設定がなされ、環境基準設定の検討が行われた。つまり、赤潮とはプランクトンの異常増殖であることから、定性的に説明されていた赤潮発生と窒素・磷等の栄養塩類濃度の因果関係から、その定量的な評価を求めて、赤潮の発生機構解明に多くの努力が払われることとなった。

しかしながら、恒常的に生ずる現象と異なり、突発的に発生する赤潮の発生機構を解明するにはなかなか至らなかった。

また、湖沼の富栄養化問題の解決策として、窒素、磷の環境基準が設定されたが、これはあくまでも水道等の利水障害解決を目標に、藻類増殖の制限因子論に基づき設定されたものであり、湖沼のあるべき環境の保全という点に十分配慮されたとは言いにくいものであった。

赤潮の機構解明がなかなか進まないなかで富栄養化問題を見直す糸口は、海域の総量規制の実施に伴う有機汚濁問題に対する認識の変化であった。有機汚濁負荷のうち、海域に流入する汚濁負荷と内部生産による有機物の認識が明確化され、内部生産によるCODの抑制を目標に検討が進むこととなる。以上の認識に立って富栄養化と有機汚濁の問題を対比させ問題整理を行ったものが図1である。

##### (2) 環境基準設定の方法論について

環境基準設定の方法論は、富栄養化に伴い生ずる現象を因果関係からいくつかの水質項目間の相関式で表現し、これをもとに富栄養化現象を間接的に窒素、磷の濃度で表現し環境基準を設定するものである。ここで水質項目としてとりあげたものは、窒素、磷濃度と

藻類増殖の指標としてクロロフィル a、有機物濃度としてCOD、利水障害を表現する指標として夏季底層DOと透明度である。以上の水質項目間の関連性を表2に示す。

### (3) 環境基準の具体的設定方法

海域の環境基準で考慮すべき利水目的として対象とするものは、自然環境保全（自然探勝等）、水浴、水産等に整理しており、これら利水目的各々について環境基準の具体的な設定根拠を整理すると以下となる。

利水目的	想定される水環境	水質項目による評価
自然環境保全	海中公園の設置が可能	透明度10m以上
水浴	良好な水浴場の状態	透明度6m以上
水産（1種） （2種） （3種）	底生魚介類が健全に生息 一部底生魚介類に影響、生息種が魚類に傾倒 底生魚介類が生息可能な限界	夏季底層DO 4ml/l以上 夏季底層DO 3～4ml/l 夏季底層DO 2～3ml/l

結論的に言ってしまうと、今回の環境基準は夏期に発生する貧酸素水塊の抑制と透明度の確保を目的に設定されたものであり、その目標を達成するため上記の「水質項目による評価」を表2の相関式により、窒素・リン濃度に換算したものが環境基準ということになる。この窒素・リンの環境基準値と他の水質指標との関係をまとめたものが表3である。

ここでの注目すべき点は水産に関する環境基準である。環境基準の表現の上では水産利水の障害対策のための環境基準であるが、実質的には水生生物の生息環境の評価となっている。ここに至ってやっと環境基準はその設定根拠を障害対策から環境保全や生物・生態系保護に求めることとなったわけであり、その意味では大きな前進と評価できるものと考えている。

### 3. 水環境の評価、環境目標の設定にむけて

様々な環境問題を考えていく上では、必要な環境制御を行う目標たる数字を決定する必要がある。その環境問題が健全な環境保全、生物保護、生態系保全といった言葉で語られるような問題に変質しつつあるなかで、より効果的な水質項目に翻訳し環境を評価していくことは今後重要性を増していくものと考えられる。今回紹介した「海域の窒素・リン環境基準」の中には、その一端が表れてきていると言える。

今後求められる生物保護、生態系保全といった課題に対して、何らかの解答を用意しなければならない。その場合において、問題に対する「定性的な理解」と「状況証拠の積み重ね（相関関係の解析）」という手法は一つの有力な手段となりうるものであろう。

表1 海域における窒素・磷環境基準

項目 類型	利用目的の適応性	基準値	
		全窒素	全磷
I	自然環境保全及びII以下の欄に掲げるもの (水産2種及び3種を除く。)	0.2mg/l以下	0.02mg/l以下
II	水産1種、水浴及びIII以下の欄に掲げるもの (水産2種及び3種を除く。)	0.3mg/l以下	0.03mg/l以下
III	水産2種及びIVの欄に掲げるもの (水産2種及び3種を除く。)	0.6mg/l以下	0.05mg/l以下
IV	水産3種、工業用水及び生物生息環境保全	1.0mg/l以下	0.09mg/l以下

(備考) (1) 基準値は年間平均値とする。

(2) 水域類型の指定は、植物プランクトンの著しい増殖を生ずるおそれがある海域について行うものとする。

(注) (1) 自然環境保全：自然探勝等の環境保全

(2) 水産1種：底生魚介類を含め多様な水産生物がバランス良くかつ安定して漁獲される。

水産2種：一部底生魚介類を除き、魚類を中心とした水産産生物が多獲される。

水産3種：汚濁に強い特定の水産生物が主に漁獲される。

(3) 生物生息環境保全：年間を通して底生生物が生息できる限度

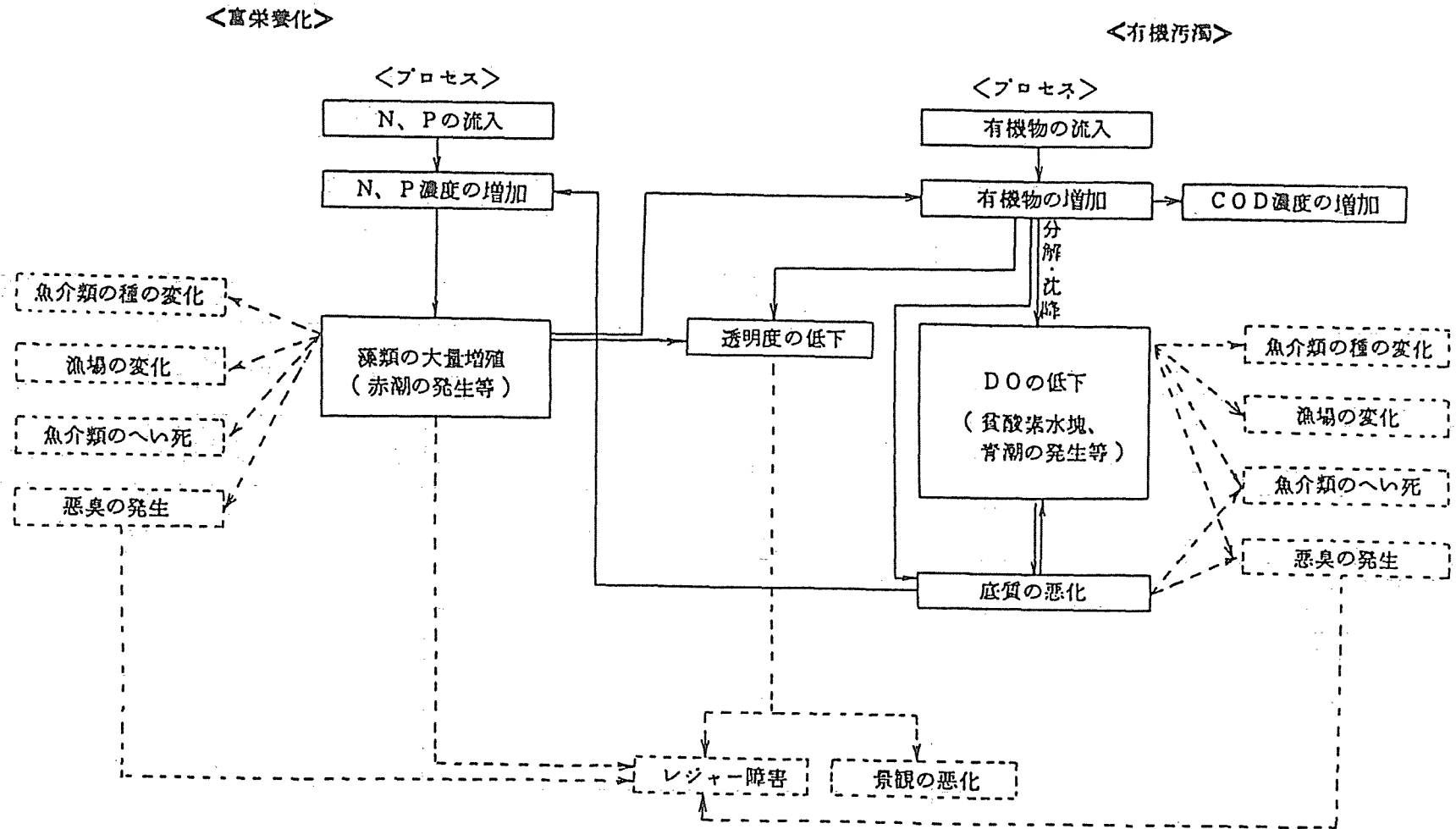
表2 . 水質項目間の関連性

現象	水質項目の組合せ	回帰式	回帰式 (両対数)
N、P濃度の増加に伴う藻類の大量増殖	クロフィル-a : T-N, T-P (夏季) (四季平均)	Chl-a(S) = 34.3 T-N - 1.84 r=0.875 n=30 Chl-a(S) = 453 T-P - 4.52 r=0.942 n=30	logChl-a(S) = 1.45logT-N + 1.53 r=0.808 n=30 logChl-a(S) = 1.64logT-P + 3.31 r=0.824 n=30
藻類の大量増殖に伴う透明度の低下	透明度 : クロフィル-a (四季平均) (夏季)	Transp = -0.113Chl-a(S) + 7.06 r = -0.661 n = 30	logTransp = -0.327logChl-a(S) + 0.984 r = -0.833 n = 30
藻類の大量増殖に伴う有機物の増加	COD : クロフィル-a (四季平均) (夏季)	COD = 0.0627Chl-a(S) + 1.47 r = 0.918 n = 30	logCOD = 0.298logChl-a(S) + 0.0707 r = 0.881 n = 30
COD濃度の増加に伴う溶存酸素(底層)の低下	DO : COD (夏季、底層) (四季平均)	DO = -12.6COD + 101 r = -0.762 n = 30	logDO = -0.567logCOD + 2.03 r = -0.774 n = 24
COD濃度の増加に伴う透明度の低下	透明度 : COD (四季平均) (四季平均)	Transp = -1.84COD + 9.79 r = -0.732 n = 30	logTransp = -0.993logCOD + 1.03 r = -0.856 n = 30
内部生産によるCOD濃度の増加	COD : クロフィル-a (四季平均) (四季平均)	COD = 0.111Chl-a(Y) + 1.34 r = 0.953 n = 30	logCOD = 0.367logChl-a(Y) + 0.0565 r = 0.918 n = 30
N、Pの流入による内部生産	クロフィル-a : T-N, T-P (四季平均) (四季平均)	Chl-a(Y) = 20.0T-N - 0.141 r=0.869 n=30 Chl-a(Y) = 266T-P - 1.79 r=0.944 n=30	logChl-a(Y) = 1.27logT-N + 1.32 r=0.833 n=30 logChl-a(Y) = 1.44logT-P + 2.89 r=0.854 n=30
内部生産による藻類の大量増殖	クロフィル-a : クロフィル-a (夏季) (四季平均)	Chl-a(S) = 1.67Chl-a(Y) - 1.15 r = 0.976 n = 30	logChl-a(S) = 1.15logChl-a(Y) + 0.0120 r = 0.974 n = 30
N、P濃度の増加→内部生産によるCOD濃度の増加	COD : T-N, T-P (四季平均) (四季平均)	COD = 2.39T-N + 1.25 r=0.891 n=30 COD = 30.2T-P + 1.11 r=0.919 n=30	logCOD = 0.512logT-N + 0.562 r=0.844 n=30 logCOD = 0.588logT-P + 1.20 r=0.873 n=30
N、P濃度の増加→内部生産の増大に伴う透明度の低下	T-N, T-P : 透明度 (四季平均) (四季平均)	T-N = -0.0767Transp + 0.868 r = -0.517 n = 30 T-P = -0.0073Transp + 0.0801 r = -0.605 n = 30	logT-N = -0.954logTransp + 0.213 r = -0.672 n = 30 logT-P = -1.01logTransp - 0.783 r = -0.787 n = 30
N、P濃度の増加→内部生産の増大に伴う溶存酸素(底層)の低下	T-N, T-P : DO (四季平均) (夏季、底層)	T-N = -0.0182DO + 1.75 r = -0.771 n = 24 T-P = -0.0014DO + 0.144 r = -0.747 n = 24	logT-N = -1.81logDO + 2.91 r = -0.814 n = 24 logT-P = -1.66logDO + 1.59 r = -0.776 n = 24

注1) 水質項目の単位 : クロフィル-a(mg/m<sup>3</sup>)、T-N(mg/l)、透明度(m)、COD(mg/l)、DO(%)

注2) 回帰式は実測値の範囲内で適用するよう留意する必要がある。

海域に係る窒素・りん等水質目標検討会、平成4年9月、海域に係る窒素・りん等水質目標検討調査結果報告書(環境庁水質保全局)



- (註) 1. [ ] は、利水障害を表わす。  
2. 本図は、簡略化のため図中の各現象について、その原因を全て列挙してはいない。  
3. 矢印については、直接利水障害につながるものを点線で、それ以外を実線で示したが、実線で結ばれた現象の関係が同一であることを意味するものではない。

また、有機物にはN、Pが含まれているので、「有機物の流入」の一部は「N、Pの流入」であるが、繁雑になるのを避けるため矢印で結ぶことはしていない。

図1 富栄養化と有機汚濁による利水障害発生に至るプロセスの概念

表3 . 窒素・磷の環境基準値と他の水質指標との関係

類型	全窒素	全磷	(参考)他の水質指標の相当レベル		
			DO	COD	透明度
I	0.2mg/l以下	0.02mg/l以下	5ml/l以上	1.7 mg/l以下	7~9m以上
II	0.3mg/l以下	0.03mg/l以下	4ml/l以上	2 mg/l以下	5~6m以上
III	0.6mg/l以下	0.05mg/l以下	3ml/l以上	3 mg/l以下	3~4m以上
IV	1.0mg/l以下	0.09mg/l以下	2ml/l以上	4~5mg/l以下	2~3m以上

- (注)1. (参考)は、過去の調査結果による水質項目間の相関関係式等から得られた概ねの値  
 2. 全窒素, 全磷, CODは表層年平均値、DOは底層夏季平均値、透明度は年平均値、  
 CODの表層年平均値は全層75%値(環境基準の評価方法)にほぼ相当する