

畑作耕作地を主体とする河川流域をもつ海跡湖の水質経年変化

Study on secular variation of the water quality at the lagoon in the adjacent watershed with a well harvested field

北見工業大学大学院 学生員 ○工藤和輝(Kazuki Kudo)
 北見工業大学工学部 正員 早川 博(Hiroshi Hayakawa)
 北見工業大学大学院 学生員 松原健也(Kenya Matsubara)
 北見工業大学大学院 学生員 北尾智紀(Tomonori Kitao)

1. はじめに

オホーツク海の沿岸には海水の浸食や砂州の発達によってできた海跡湖が多く存在しており、その多くは塩水と淡水が混じった汽水湖である。これらの湖ではワカサギやシジミ、またホタテやサケ、マスなど様々な魚種の漁が行われており、この水域の動植物の多様さを示している。

また、この地域の多くの湖は畑作耕作地を主体とした流域が背後に控えており、流域の開発等によって流入する湖沼への水環境に影響を与えている。例えば、流域での農地開発などにより表層土壌は降雨などで容易に移動し、細砂・シルト分とそれらに付着した栄養塩類が河川へ流出し、それが湖まで到達したのち湖底に沈降する。湖に運ばれた栄養塩類は湖の富栄養化をもたらし、動植物プランクトンが増殖して呼吸による酸素消費量を増加させ、湖底ではプランクトンの死滅による酸化的分解が進み、やがて、水中の溶存酸素量が低下し貧酸素の状況へと至る。このように、富栄養化は湖沼の水質環境や水辺の生物に影響を及ぼし、進みすぎると赤潮など様々な影響を与える。

このような環境負荷因子の流入抑制には、流域一貫の対策が不可欠であるが、負荷因子の流域全体での動態についてはまだ不明な点が多く、流域対策のためには負荷因子の動態を把握することが重要である。そのためには、気象条件や湖の水理条件など長期的な水理・水文、水質調査によって環境負荷因子の動態特性や水質特性を把握していく必要がある。

以上の観点から、本研究は2005年から調査開始した網走市近郊の藻琴湖を対象に経年的な水質経年変化を明らかにし、その要因を検討することを目的とする。

2. 研究対象地域と調査の概要について

藻琴湖は、藻琴山を源流とし、大空町と網走市を南北へ貫流する流域面積 184.1(km²)、流路延長 29.8(km)の藻琴川(図-1)の河口に位置する汽水性の海跡湖(図-2)であり、平均水深が1.8(m)、最大水深が5.8(m)である¹⁾。藻琴川流域の特徴は、図-1の地形勾配²⁾が最上流の藻琴山斜面部だけが急勾配であり、流下するにつれ勾配は緩くなり、大部分のサブ流域は細長い短冊状の形状を呈している。流域に占める農地は中・下流の約45%に達し、丘陵地まで農地開発が進んだ流域である²⁾。表層土壌³⁾は流域の大部分を火山性噴出物である軽石土堆積物が占め、その結果、土壌⁴⁾は火山灰を母材とする黒ぼく土で占め

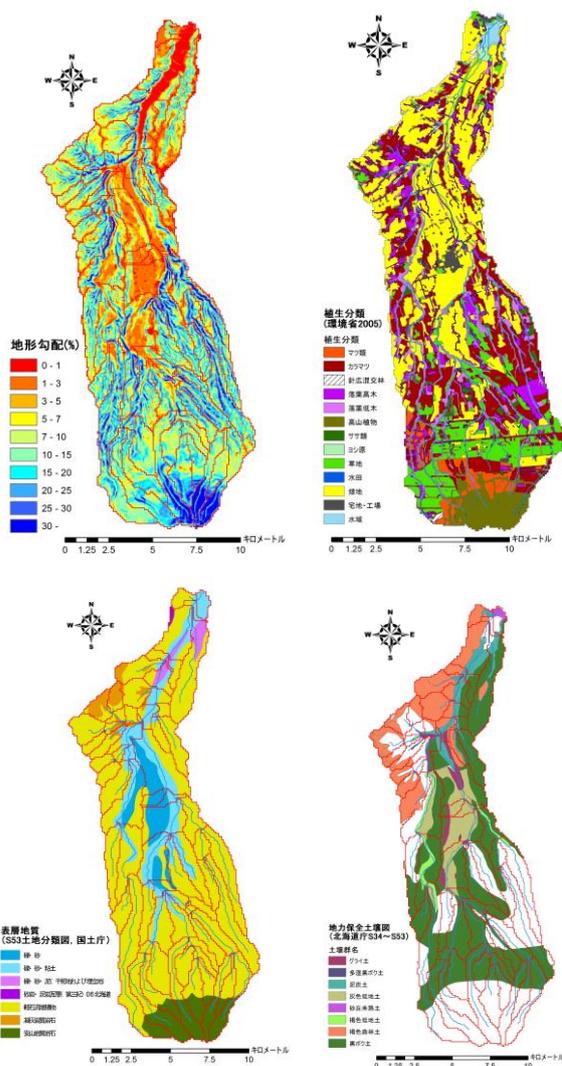


図-1 藻琴川流域 (左上：地形勾配, 右上：植生, 左下：表層地質, 右下：土壌)

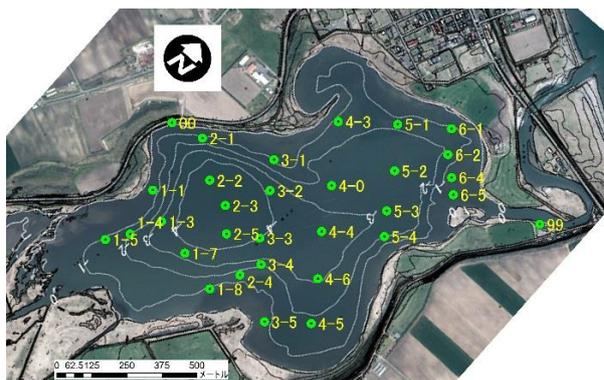


図-2 藻琴湖観測地点

られ、降雨・融雪時には畑地からの土砂流出がし易く、流出した細粒土は藻琴湖に堆積することになる。

水質調査は図-2 に示す観測地点において、2005 年は水質チェッカー (TOA DK 社, WQC-22A), 2012 年以降は多項目水質計 (アレック電子社, ASTD102) と DO 計 (OxyGuard 社製 Handy Polaris) により水温、塩分濃度、濁度、クロロフィル a、溶存酸素 DO の水深プロファイルを計測し、全窒素(TN)と全リン(TP)は現地にて採水し、室内試験により分析した。

3. 湖内水質の経年変化

本報では 2005 年から 2014 年までの 9 年間を経て、湖の水質環境がどのような経年変化をしているのか、前回 2005 年調査結果⁶⁾を参照して考察する。

3.1 2014 年の観測結果

2014 年の 5 月から 11 月にかけて湖中央に位置する測点 3-2 の水温、塩分濃度、濁度、クロロフィル a、溶存酸素 DO の経時変化を図-3 に示す。なお、図-4 に示す湖水位の経時変化は融雪期が最大で、調査時には 2012 年と違い、顕著な出水は見られなかった。

水温は各観測時期において外気温と対応しており、中層～深層にかけては水深が深くなるに連れて水温も層状に低くなっているが、水面に接している層 (0~1m) とその直下 (1~2m) との間に水温逆転現象が観測された。特に 9 月、11 月は顕著であるが、これは河川水・海水の流入、風波の影響により表層では流動が激しく、湖水が混合されているため水温が安定しないものと考えられる。

塩分濃度は 5 月の融雪水の流入時に表層 50cm 付近に塩

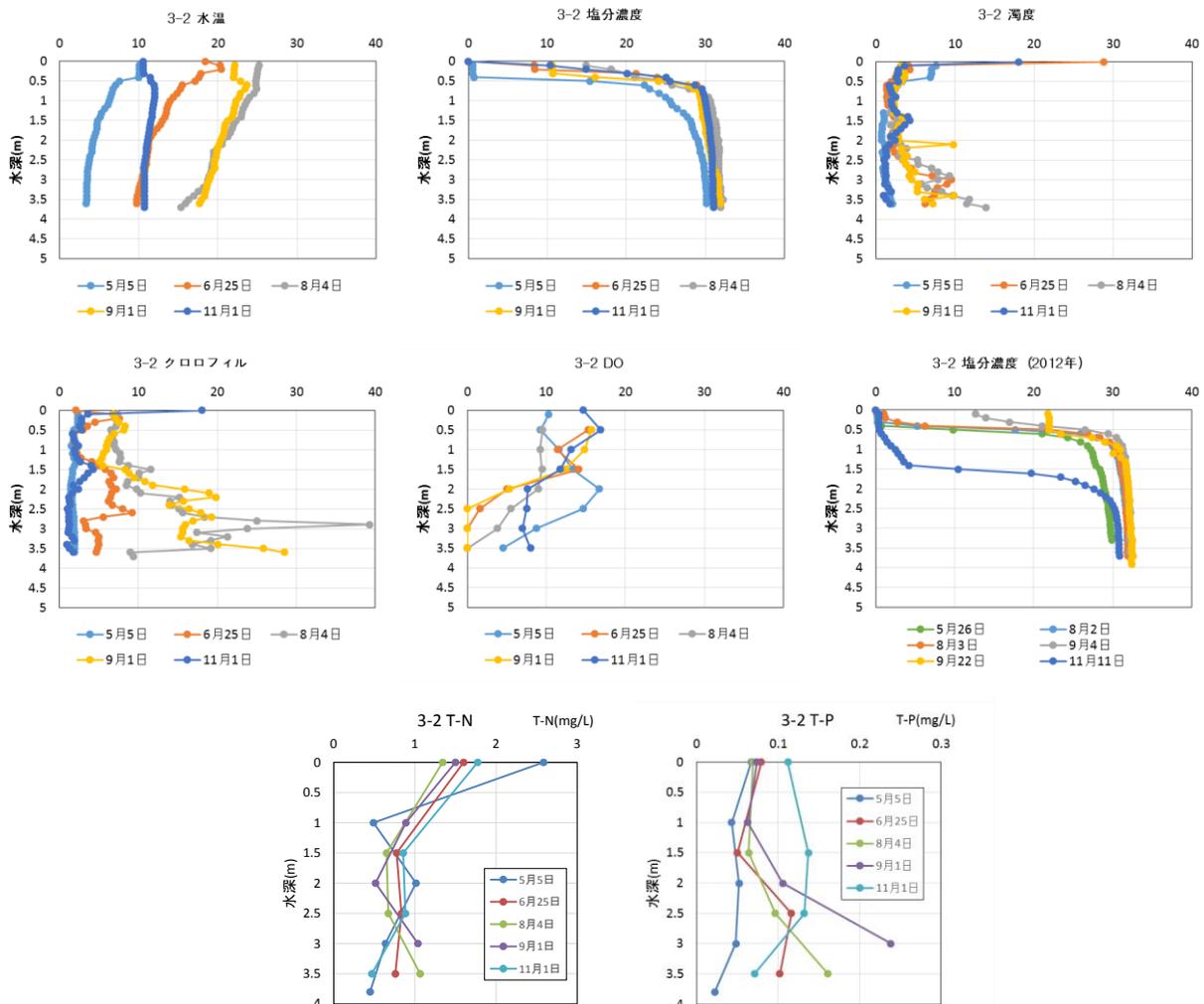


図-3 2014 年の水質経時変化 (測点 3-2)

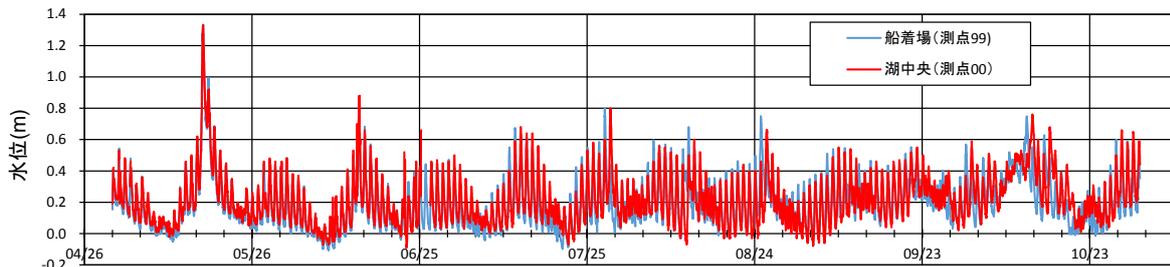


図-4 湖の水位変動

淡境界が形成されるが、6月以降は淡水層が薄くなり、湖が塩水湖となっている。2012年の調査結果でも淡水層は表層50cm程度であり、2012年11月のように洪水流が流入した場合には、塩淡境界が引き下げられる。したがって、調査開始した2005年以降、湖の塩水化がほぼ維持されており、それ以前の汽水環境に回帰する状況は見られない。

濁度は2012年11月のような出水がなければ、水面と底面付近がやや上昇する傾向にある。これは塩水層で微細な土砂がフロックを形成して凝集し、それらが湖底に沈降するために、湖底部付近の濁度が高くなったものと考えられる。

クロロフィル a は水域での濃度が植物プランクトンの量を示すことになる。水深2m以深で6月から9月にかけて濃度が高くなり、8月は水深3m付近がピーク値となる。この付近で植物プランクトンの生成が活発になっていると考えられる。

溶存酸素量 DO は5月の融雪期と11月の水温が低下した時期を除き、DO値は水深方向に向かって低くなる傾向を示しており、夏期は水深3(m)以深では環境保全のための基準値2.0(mg/L)以下になっている。3m付近はクロロフィル a の濃度が高く植物プランクトンが増殖しており、その結果として呼吸や有機物の好氣的分解による酸素消費量が増加していると考えられる。夏場の湖底付近はDO値がゼロと酸素枯渇状態となっており、底泥は嫌気性分解が起こり、悪臭物質が発生していることを調査時に確認している。

最後に T-N, T-P は環境省の環境基準⁷⁾(別表2-生活

環境の保全に関する環境基準)のV類型(水産3種:コイ, フナ等富栄養湖型の水域の水産生物用, $TN \leq 1\text{mg/L}$, $TP \leq 0.1\text{mg/L}$)と比較すると、表層水のTNは何れの期間でも基準値を上回っていたが、湖内部は水深が深くなると基準値を満たしていた。しかし、8月、9月は湖底付近でも基準値を上回っていた。T-Nは畑作耕作地から流出してきた微細な土粒子に肥料などの窒素分が付着して流出してきたためと考えられる。一方、T-Pは5月の融雪期を除き、水面より湖底付近の値が高くなる傾向が見られ、9月の湖底部は基準値の2倍を超えていた。また、Vollenweiderによる湖沼の栄養段階の分類⁸⁾によると、富栄養湖は $TN > 1.5(\text{mg/L})$, $TP > 0.1(\text{mg/L})$ であり、藻琴湖は概ね富栄養湖に分類できる。

3.2 経年変化

2005年から2012年、2014年と9年間を経て、湖の水質環境がどのような経年変化をみてみよう。ここでも湖中央の測点3-2に着目する。

図-5は5月期の経年変化を示している。5月期は2014年が5月5日の融雪期後半、2012年が5月26日の融雪末期で、2005年は4月22日の融雪最盛期直後の時期である。塩分濃度は湖中央部でも表層50cmが淡水で覆われ、水深1mからほぼ塩水になっている。観測時期が融雪期の同じ時期ではないため、流入流量の状況によって各水質項目に差は見られるものの、同様な傾向を示している。

次に図-6は8月期の大潮時の観測であり、2014年8月4日、2012年8月2日、2004年8月29日共に湖から海へ

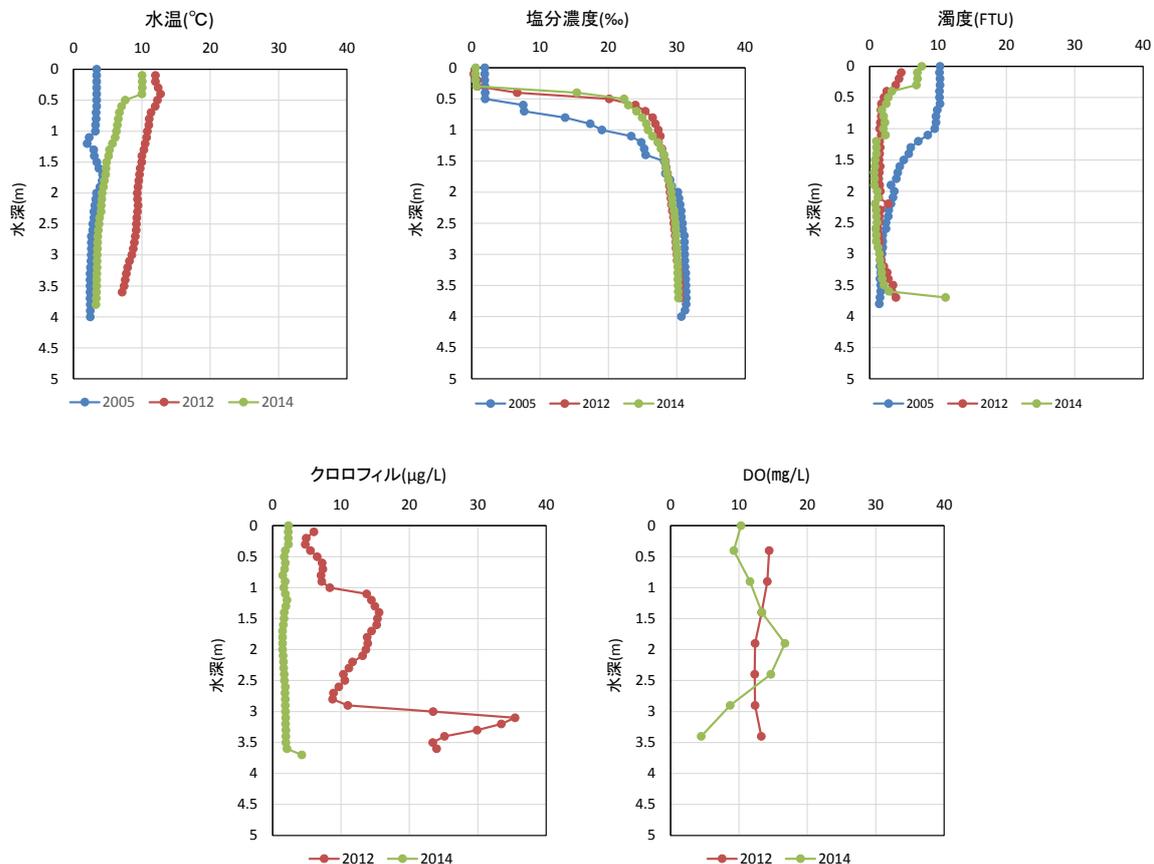


図-5 水質の経年変化 (5月期)

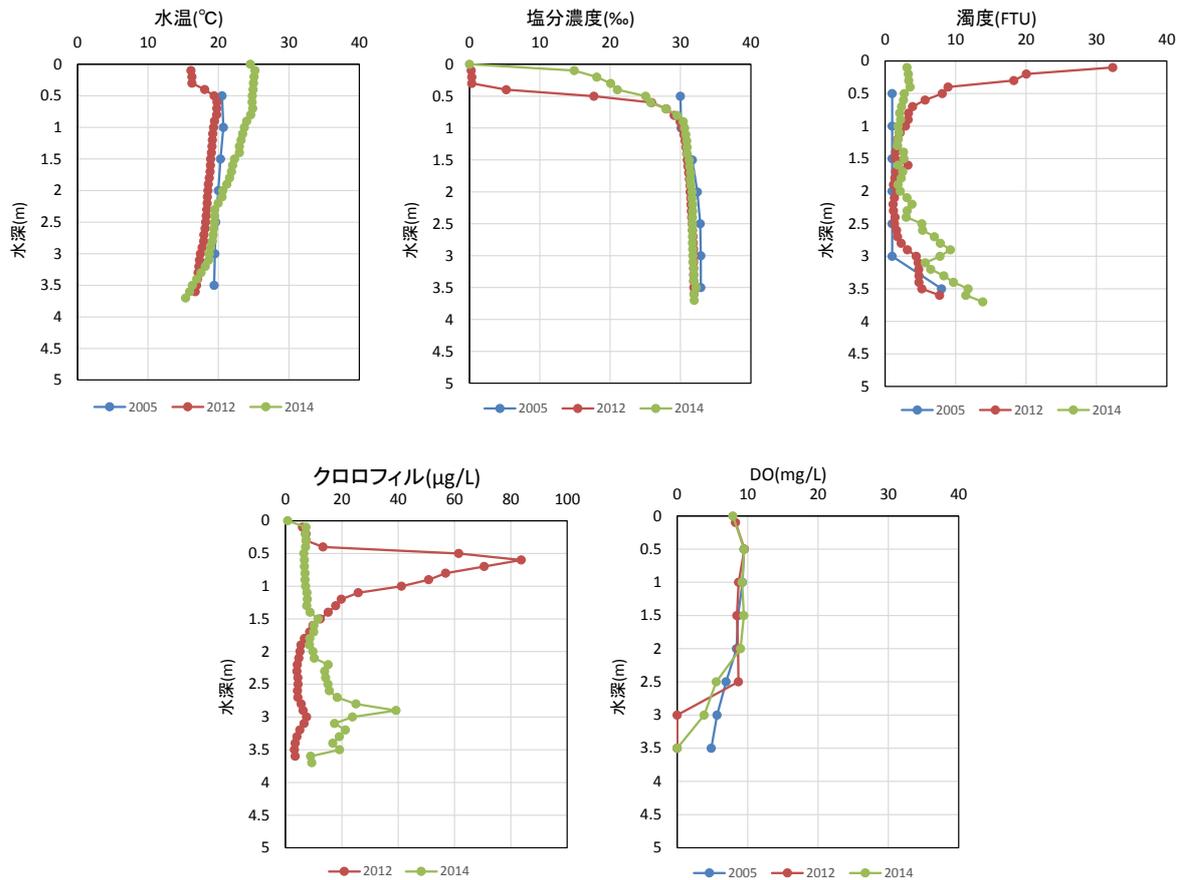


図-6 水質の経年変化 (8 月期)

流出する時間帯の観測である。2012 年は水面の濁度が高く、塩淡水境界が若干低下しているのは、直前の出水の影響が残っていたためであり、違いがあるのは DO 値が 2005 年に比べ、水深 3m 以下の湖底部でほぼゼロになっている。大潮時は湖への海水流入が活発となり、2004 年の DO 値が 3~5(mg/L)の値を示し、嫌気性の環境にはなっていない。9 月期の観測では、また、水深 2.5(m)以下が無酸素状態になって、海水流入が減少すると湖底の嫌気性環境が進むと考えられる。

以上、9 年間を経て現在の水環境を大きく変化させる状況は確認できなかった。しかしながら、藻琴湖は湖水面積が 1.22(km²)と小さく、降雨出水の度に塩淡水境界が変化して全域が塩水湖になるなど、気象条件や社会状況の変化などの外的要因によって容易に水環境が変化することが考えられる。

4. おわりに

現地観測で河川からの流入量が多くなる大潮時と融雪末期には 0.5m 付近に、洪水期には 1.5m 付近に塩淡水境界が確認できた。また 2005 年度と比較しても、塩分濃度は季節ごとに差異はあったものの、全体としてそれほど大きな変化は見られなかった。そのため、この先塩分濃度が低下し汽水湖としての特性が回復することは現状厳しいと考えられる。しかし水質自体の改善に関しては、比較的濁度の低い海水の流入量や湖内の生態系の変化によっては十分可能なのではないかと考えられる。しかし海から流入してきた海藻(アオサ)が湖内で

増え、水質や漁業などに悪影響を与えたというケースもあったため、海水の流入にはメリットもデメリットも存在することを念頭に置いておきたい。

謝辞：

本研究は(財)河川環境管理財団 H24 年度河川整備基金助成事業の支援を受けた。記して感謝の意を表する。

参考文献

- 1) (一財)日本地図センター：数値地図 50m メッシュ (標高)日本-1、CD-ROM 版, 2002.
- 2) 環境省自然環境局生物多様性センター：第 6 回・第 7 回自然環境保全基礎調査植生調査, 2005.
- 3) 国土庁：20 万分の 1 土地分類基本調査 (表層地質図)「北海道」、国土交通省国土政策局国土情報課 GIS データ, 1978.
- 4) (財)日本土壌協会(2006)：地力保全土壌図データ CD-ROM (北海道・東北版)。
- 5) 環境庁：第 4 回自然環境保全基礎調査—湖沼調査報告書 (全国版) 資料集, 1993.
- 6) 早川博・本島翼・内島邦秀：オホーツク海沿岸に点在する海跡湖の湖沼環境—藻琴湖の場合—、水工学論文集、第 51 巻、pp.1315-1320, 2007.
- 7) 環境省：環境基本法、環境基準—水質汚濁に係る環境基準について、1993.
- 8) Vollenweider, R. A. : Scientific fundamentals of the eutrophication of lakes and flowing waters, with particular reference to nitrogen and phosphorus as factors in eutrophication, Tech. Rep. DAS/CSI/68-27, OECD, Paris, 1968.