

中国における水環境保全再生のための窒素・リン対策

福島大学共生システム理工学研究科 稲森悠平



1. 中国の水環境と再生技法

中国の水環境は、特に湖沼において昔は山紫水明と言われていた。ところが、ほとんどベンキのような緑色のアオコに覆われて壊滅的状況となっている。この原因は、生活系・産業系に由来する窒素・リンが最大の原因である。このような状況を改善する上では、流入負荷としての効果的な窒素・リン除去が必須となる。この基盤となるのが、バイオエンジニアリングいわゆる生物処理工学としての高度処理浄化槽等、エコエンジニアリングいわゆる生態工学としての水生植物浄化・土壌活用浄化技法である。これらの技法の普及展開は国内外で極めて重要な位置づけにある。

2. 中国との環境交流の足跡

日中環境交流および協力が進展しつつあるが、これまでJICA専門家等として、太湖、雲貴高原、紅楓湖、百花湖などの日中技術協力事業を実施してきた。中国で研究活動を通じ太湖の水質改善「863」課題技術委員会委員、中国大理洱海水環境研究所名誉所長、上海交通大学環境科学・工程学院顧問教授などの役割を果たしてきた。この間、身にしみて体験した中国の多くの場所での自分の経験から、「一つの湖沼がひどく汚染されたら、元に戻すのに必要な時間は、数十年もかかる。だから、払った対価は、この湖沼から直接得た経済利益の何百倍もかかるのだ」ということである。これにより、中国人の責任感と良識を呼び起こしたといえるが、先人の犯した失敗を、同じように繰り返さないための戒めとして、認識しておく必要があるといえる。

3. バイオエコシステムの中国展開

バイオ・エコエンジニアリングを「霞ヶ浦湖水の環境修復工程」に使用し、良好な効果を得ることができ、「霞ヶ浦湖水環境賞」を授与した。この技術については、改善を絶え間なく行ってきているが、中国では、この技術が「秘密兵器」と呼ばれておりこの科学技術の成果をアジア諸国、特に発展途上国に広め、汚染された水環境修復の強力な道具とすることができると信じている。そうすれば、この科学技術による成果は、更に大きなものになるであろう。これは、科学者として求めている領域の理想であるといえる。この技術は、中国では初めて貴州省の猫跳河の流域で、試された。猫跳河は貴州高原の中部にあり、長江流域の烏江の水系に属し、烏江の一級支川である。この川の川幅が狭いため、大きな猫（貴州で虎の通称）が、石の峡谷を飛ぶという意味から「猫跳河」と呼ばれている。紅楓湖、百花湖は、猫跳河の流域の発電を目的とした一、二級のダムである。富栄養化により、アオコが発生する危機に陥った。統計によると、「両湖」流域に、60箇所余りの汚染源があり、毎年各種類の廃水の排出総量は2.2億m³である。紅楓湖の湖底に数年で溜まったリンの量は2,000トンほどある。毎年依然として200トンのリンが湖に流れ込んでいる。80%は湖底に滞留し、気候が少し変化すると、底泥が舞い上がりやすい。このような現状を踏まえ、貴州省と協力して西湖の富栄養化原因と防止に対して、水質富栄養化に関する改善項目を申請し、日本政府から、無償で1.5億円の研究設備とビーエルテックのN・Pオートアナライザー等の分析機器が供与され富栄養化対策の事業が効果的に実施された。このような、井戸を掘った人のことを忘れてはいないという中国側の基本的思想に基づき、貴州省人民政府から「貴州省国際科学技術協力賞」を贈呈された。引き続き、「秘密兵器」は太湖に導入された。昔の太湖といえば、中国人はすぐ、「太湖美、太湖美、美就美在太湖水」という懐かしい民謡を思い出すといわれている。現在の太湖といったら、皆、「太湖藍藻」の大発生事件を思い出し、悲しい、悔しい気持ちでいっぱいになるということである。太湖流域には38の都市があり、都市化の水準は最高であり経済文化が最も発達している地区の一つであるが、経済発展と人口の増加により、汚染原因が増え、自然環境に深刻な被害を及ぼ

している。この太湖の再生のために、日中双方が協力して、JICAと国家環境保護総局（現在の環境保護部）は“太湖水環境修復モデルプロジェクト”を、中国環境科学研究院、江蘇省環境庁、無錫市など中国関連機構と日本国立環境研究所、国立土木研究所が計画策定をし、実施した。その目的は、分散する汚染問題を解決し、生態回復技術と合わせて、分散型生活排水を浄化槽などの技術を利用して、太湖の生態を改善、回復することと、湖沼改善の国際的に通用する専門の人材を育てることであったが、高度処理浄化槽等の実用化技術を成功させた。また、アオコ発生を抑制する水圏生態系モデルマイクロズム方式などに成功した。このことが広く伝わることで、日中双方による共同組織の評価により、目標は達成された。

4. 中国におけるバイオエコシステムの評価

第七回「江蘇科学論壇（於：南京）」に参加した、アオコ防止と湖の治水に関する基調講演で大きな評価を頂き、また、多くのメディアが報道した。ここでは、これまでの経験と体験を通じて太湖の実情に対応した研究成果の上に、都市生活排水、工業排水等「点の汚染（天源負荷）」と、農林業化学肥料、水産養殖汚染、湖底泥など「面の汚染（面源負荷）」方面から、太湖の富栄養化とアオコの大発生との相関関係、有毒アオコの青酸カリより60倍以上の毒性を持っている危険性防止の施策と治水の重点施策はリンと窒素を除去することであり、科学的に太湖の治水を行うために、中国政府へ八つの具体策を提案した。

①長期的に治水の準備が必要である。②流域単位で総合的な管理と治水を進めること、全面的な治水計画を制定、期間を分け、分割して実施し総合的に治水すること、また、水分条件の改善、生態水調整、生態化システムを構築する。③科学的に湖を区割りして測定し、環境改善能力と、環境配置容量を調べる。④生活排水からリンと窒素を除去すること、農業汚染による面の汚染を制御すると同時に、リンを除去するための「合併式浄化槽」等の分散型汚染水処理設備などを普及する。⑤バイオエコシステムを利用して、内部汚染の削減などに努力する。⑥回復性のある湖畔を再建する。⑦国民に広く環境保護教育と環境保護意識の普及を図る。⑧国際的な協力と研究を強化すると、同時に、

①水の修復技術と管理の専門家の養成、中国の発展のために専門人材が必要、②政府、業界、学会の交流が必要、③国際的ネットワークを立ち上げる、および④財政的な支援が必要であることを特に強調した。この、理論は国の関連部門の責任者・科学者の思想の基盤となりつつある。

5. バイオエコシステム導入による国家表参と展望

中国国慶節の期間に、中国政府から友誼賞が与えられ、中国建国60周年記念パレード参観に招待された。1984年JICAの短期専門家として、中国の長春と内モンゴルで、羊脂を回収する技術指導の仕事に参加し、それ以来、中国を150回以上訪問し、20年間以上、技術指導を行い、バイオエコシステム導入により中国で高い評価をいただいた。この荣誉に対する環境保護部の推薦理由は、中国環境科学研究院の教授を務めると同時に、初めて、浄化槽技術を中国に導入し、関連技術の指導を行い、中国での汚水処理技術の国産化への技術的研究と開発を推進したことであるということである。

最後に、中国の富栄養化対策においては、窒素、りん濃度の挙動を正確に且つ迅速に把握するオートアナライザーは欠かせない存在であり、バイオエコシステムの評価のためにも必須であるといえる。それ故、JIS規格となった自動化技法としての気泡分節型連続流れ法のオートアナライザーが、国内はもとより、中国等発展途上国における大学・研究機関等での飛躍的拡大普及整備が、基本であるといえ、これからの発展をますます期待するところである。

『連続流れ分析法』の公定法化に向けて

財団法人宮城県公衆衛生協会
環境衛生部 松永博幸

1. はじめに

平成23年3月22日付けで、流れ分析法による試験方法が、全窒素、全りん等を含め9部構成11項目でJIS規格(JIS K 0170)となりました。このことは、流れ分析法の再現性、安定性、経済性等の優れたパフォーマンスが公に認められた証であり、とても喜ばしいことでもあります。

しかしながら、オートアナライザーによる(気泡分節型)連続流れ分析法の優れたパフォーマンスを理解する我々ユーザーは、この連続流れ分析法が環境基準や排水基準等の公定法に早期に採用されることに大いに期待しているところで。

連続流れ分析法が多くの試験所(技術者)の間で利用され、また応用されることで、さらに洗練された技術へと発展することが期待でき、ユーザーにとってのメリットは計り知れないものがあるものと思われま。

この度当協会では、連続流れ分析法とJIS K 0102中の公定法による公共用水及び事業所排水における全窒素と全りんの測定値について、比較検討を行いましたのでご報告します。

2. 測定方法

全窒素及び全りんの比較測定に用いた測定方法を表-1に示します。連続流れ分析法にはビーエルテック社製SWAAT-TNTP(全窒素、全りんオートアナライザー)を使用し、対照とする測定法には、流れ分析法と測定原理が同じJIS K 0102中の手分析の試験方法を採用しました。

また、事業所排水の全窒素の測定においては、SWAAT-TNTPの測定範囲をカバーできる化学発光を原理とした熱分解法(ダイアインストルメンツ社製TN-100)を採用しました。検討に用いた試料は、当協会に分析依頼された検体から項目により70から120検体程度を使用しました。

表-1【全窒素、全りん分析方法一覧】

分類	流れ分析法※	対象測定法
全窒素	河川水	CuCd還元カラム法(JIS K 0170-3)
	事業所排水	紫外吸収法(JIS K 0170-3)
全りん	河川水	モリブデン酸アンモニウム法(JIS K 0170-4)
	事業所排水	モリブデン酸アンモニウム法(JIS K 0170-4)

※流れ分析法:SWAAT-TNTP

3. SWAAT-TNTPの定量下限値と安定性

3-1 定量下限値

公共用水域の測定結果の報告下限値は、「環境基本法に基づく環境基準の水域類型指定及び水質汚濁防止法に基づく常時監視等の処理基準(平成13年環水企第92号)」に規定されており、全窒素及び全りんについては各々0.05 mg/L、0.003 mg/L となっています。

表-2【定量下限値における変動係数】

分類	定量下限値(mg/L)	変動係数(%)
全窒素	河川水	0.05
	事業所排水	0.1
全りん	河川水	0.003
	事業所排水	0.02

n=5

SWAATにおける公共用水域の報告下限値及び事業所排水の当協会の報告下限値について、測定した結果を表-2に示します。変動係数は、4項目全てにおいて3%未満と良好な結果が得られており、公定法と同等に測定できることが確認できました。

3-2 安定性

SWAATでの測定に際し、分析Run毎に行っていた標準液による感度確認(スパイク)の結果を表-3に示します。スパイクの回収比(測定値/設定値)は、項目により変動はあるものの、平均値は0.98から1.03と5%以内の変動に収まっていたことから、常に安定した感度で測定が行われていたものと考えられます。

表-3【分析Run内の感度確認(スパイク)結果】

分類	分析Run数	相対感度			
		平均	最小	最大	
全窒素	河川水	29	1.03	1.00	1.09
	事業所排水	25	1.01	0.91	1.06
全りん	河川水	27	0.98	0.94	1.04
	事業所排水	17	0.99	0.96	1.03

4. 比較測定結果

4-1 公共用水

1) 全窒素

県内18の河川・運河と、4湖沼の計104試料の比較測定結果を図-1に示します。

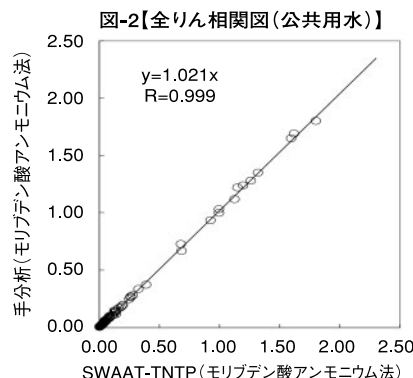
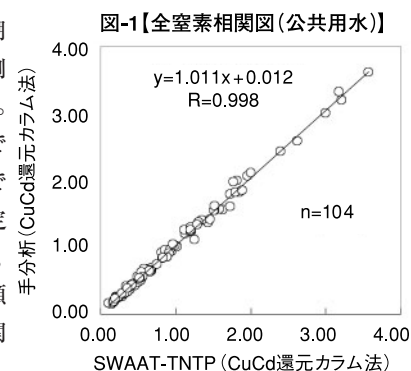
測定濃度は、SWAATで0.11~3.57 mg/Lの範囲でしたが、SWAATでの測定値と手分析値との間には、方法間による偏りがなく(傾き1.011)、高い相関(相関係数0.998)が得られました。

また、試料数の42%を占めた0.11~0.50 mg/Lまでの低濃度範囲の比較においても、同様の結果(傾き0.965、相関係数0.977)が得られています。

2) 全りん

県内18の河川・運河と、4湖沼の計120試料の比較測定結果を図-2に示します。測定濃度は、SWAATで0.004~1.62 mg/Lの範囲でしたが、SWAATでの測定値と手分析値との間には、方法間による偏りがなく(傾き1.021)、高い相関(相関係数0.999)が得られました。

また、試料数の58%を占めた0.004~0.050 mg/Lまでの低濃度範囲の比較においても、同様の結果(傾き0.988、相関係数0.978)が得られています。



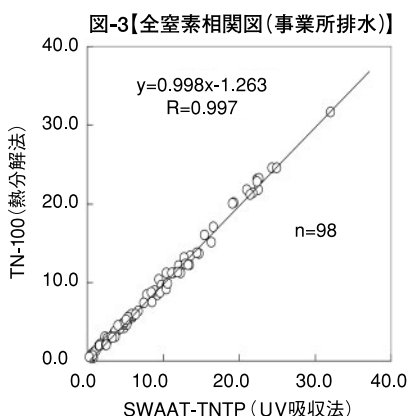
4-2 事業所排水

1) 全窒素

食品加工工場、し尿処理場、廃棄物処分場、無機系事業所放流水など、計100試料について測定しました。

SWAATでの測定値とTN-100での測定値との差は、平均で0.5 mg/L程ありましたが、SWAATでの測定値が公定法よりも2.3 mg/L及び3.0 mg/Lも高く測定された試料がありました。この2試料は水産加工会社の排水で、導電率(3.8及び3.2 S/m)及び塩化物イオン(15,000及び18,000 mg/L)の測定値から海水であることが判明しました。SWAAT-TNTP(UV法)での海水中の全窒素濃度の測定値は、2.4 mg/L程度高く測定されることを把握していましたが、その測定値間の差は、比較測定して初めて判ることから、依頼情報等を確認することはもちろん、測定開始前に予め導電率を測定する等の対策が必要であると考えられます。

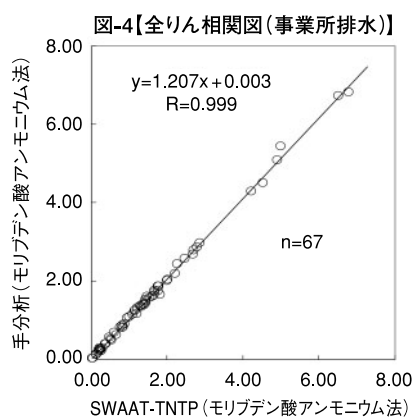
上記より2試料の測定値を棄却した98試料の比較測定結果を図-3に示します。測定濃度は、SWAATで0.4～32.1 mg/Lの範囲でしたが、SWAATでの測定値と手分析値との間には、方法間による偏りがなく(傾き0.987)、高い相関(相関係数0.997)が得られました。また、試料数の49%を占めた0.4～5.0 mg/Lまでの低濃度範囲の比較においても、同様の結果(傾き0.918、相関係数0.983)が得られています。



2) 全りん

食品加工工場、し尿処理場、廃棄物処分場、無機系事業所放流水など、計67試料の調査結果を図-4に示します。測定濃度はSWAATで0.02～6.77 mg/Lの範囲

でしたが、SWAATでの測定値と手分析値との間には、方法間による偏りがなく(傾き1.027)、高い相関(相関係数0.999)が得られました。また、試料数の46%を占めた0.02～1.0 mg/Lまでの低濃度範囲の比較においても、同様の結果(傾き1.059、相関係数0.995)が得られています。



5. まとめ

公共用水及び事業所排水中の全窒素と全りんについて、連続流れ分析法と公定法等との比較検討結果は以下のとおりでした。

- 1) SWAAT-TNTPでの測定結果は、公共用水域測定で求められる報告下限値を精度良く測定でき、測定時の安定性も良好である。
- 2) 公共用水及び事業所排水中の全窒素及び全りんの測定4項目全てにおいて、SWAATによる測定法と公定法等との間には、非常に高い相関が得られ、測定法による偏りも認められなかった。

- 3) 全窒素の測定において、海水試料の場合、紫外吸光度法では BrO_3^- による妨害(正の誤差)を受けるために測定精度が確保できない。水産加工関連の食品工場排水では海水を使用している場合があるため、測定前に予め導電率を測定する等の対策が必要である。

最後に、3月11日の東日本大震災及び4月7日の余震により、当協会は、建屋や分析装置、機材設備等に大きな被害を受けました。その際、装置メーカー及び代理店など多くの企業の皆様からご支援とご厚情を賜りましたことを、この紙面をお借りしまして心より厚くお礼申し上げます。

第5回 技能試験(コントロールサーベイ)のご案内

平素は特別のご高配を賜り、厚く御礼申し上げます。2007年よりオートアナライザーをご使用の皆様に対し、機器精度管理のさらなる向上を兼ね技能試験(コントロールサーベイ)を実施しており、今回は、2011年11月頃の実施を考えており、対象項目はシアン化合物、ふっ素化合物、フェノール類、全窒素、全りん、硝酸態窒素、りん酸態りんの計7項目を予定しております。詳細は別途皆様方にご案内させていただきますので、是非ともご参加頂けますようご検討の程宜しく願い申し上げます。

分析展2011・科学機器展2011

開催日時 ● 2011年9月7日(水)～9月9日(金)
AM10:00～PM5:00

開催場所 ● 幕張メッセ国際展示場

ブース番号: 7B-404

主な出展製品: オートアナライザー、ディスクリートアナライザー、近赤外分析計、オンラインモニター

見どころ情報: JISK0170に対応したふっ素・シアン自動分析装置や全窒素・全りんの自動分析装置を展示します。食品・化学分野の近赤外分析装置の最新型モデルを展示します。

<新技術説明会にもお越し下さい>

- ① JIS K 0170に収載された自動分析装置
オートアナライザーの使用例のご紹介
日時 ● 9月7日(水) 11:10～11:35
場所 ● 新技術説明会 第一会場
アパホテル&リゾート<東京ベイ幕張> A-3

- ② 次世代型オールインワン近赤外分析装置のご案内
日時 ● 9月9日(金) 11:50～12:15
場所 ● 新技術説明会 第一会場
アパホテル&リゾート<東京ベイ幕張> A-4

財団法人栃木県環境技術協会における業務内容について

財団法人栃木県環境技術協会
技術部 参事兼課長 篠崎 清一

私ども、財団法人栃木県環境技術協会は、昭和47年8月1日公益法人として設立され、約38年に渡り主に栃木県内の公害防止及び環境保全の業務に、携わってきました。

業務内容と致しましては、環境分析(水質分析、土壌分析、ばい煙測定、騒音・振動測定、臭気測定、作業環境測定、空気環境測定)、飲料水分析、温泉分析や環境調査(動植物等自然環境調査、生活環境調査、環境アセスメント)等の受託分析以外に、県内の企業及び市町村を対象とし、環境分析測定や法規制等の理解を図る目的で定期的に技術講習会を開催しております。各種産業の発展や時代と共に環境におけます問題点も変化していきますが、迅速に情報の入手を行い、環境保全に貢献できるよう私どもでは常に心掛けております。

近年では温暖化問題が地球規模で言われておりますが、当問題では防止策に関する普及を積極的に行うことを目的として、栃木県より平成15年に栃木県地球温暖化防止活動推進センターとして指定されるに至りました。

当協会では、現在54名の職員で以下の目標の徹底化を図っております。

1. お客様に信頼されます品質をご提供する。

2. 品質向上の為に、日々継続的改善に努力する。

3. 積極的に新技術の習得と開発に挑む。

また当協会の専務理事が県内の計量証明機関で組織されてます『栃木県計量協会計量証明部会』の会長を務めており、この部会では情報の共有化や技術向上・交流を兼ね、クロスチェック検討会、新人技術研修会、部会懇親会、総会等を毎年実施しております。

オートアナライザーに関しましては、昭和60年にⅡ型(測定項目は栄養塩)を導入しましたが、導入目的と致しましては自動化により迅速、高感度分析の実現化や試薬消費量の軽減化及びコストダウンなどがあげられます。測定対象は県内全域を対象に環境水、地下水、工場排水全般であり、現在は2台のシステムで全窒素、全りんを含みます栄養塩とシアノ、フッ素、フェノール類の蒸留項目、そして陰イオン界面活性剤の測定を行っております。

ビーエルテック社には、現在取り扱いの装置を出来る限り息の長い商品として販売し続ける体制のさらなる構築や、現状通り今後におきましてもマイナーチェンジ時のサービス対応や修理に関しても迅速且つ柔軟な対応を頂きますよう期待しています。

環境管理部門のご紹介

この度は執筆の機会をいただき、誠に有難うございます。

④ 弊社はJFEスチールグループ会社として、環境分析業務をはじめ、緑化造園・ビル管理業務・ボウリング場経営・弁当給食事業・警備事業・設備防災工事・食品衛生調査・廃棄物の収集運搬等、幅広いサービスを提供させていただいております。

弊社の環境分析・調査部の歴史は、NKK(現JFEスチール(株))京浜製鉄所の環境管理部門より独立してスタート致しました。

巨大製鉄所では、排水放流水の水質管理はもとより、各製造ラインで発生する工程水の水質管理も非常に重要であります。成分組成が複雑で通常の前処理では分析が難しい試料も多く、様々な知識・処理技術が必要となります。弊社の環境分析・調査部は、旧NKK京浜製鉄所の時代から蓄積された各種の測定・分析技術を持ち、製鉄業界はもとより各種業界における特異的な水の分析を得意とし、更に現在では飲料水から用水、排水、廃液、産業廃棄物等の分析や、大気・騒音・振動関係の測定並びに環境コンサルティングに至る総合的な分析・測定のサービスを行っております。

オートアナライザーに関しましては、当部が旧NKK京浜製鉄所環境管理部門であった1989年に、製鉄所内工程水の連続分析用としてAA-IIを導入致しました。製鉄工程上、高濃度かつ妨害物質を多量に含む試

JFE東日本ジーエス株式会社 環境分析・調査部
水質分析チーム チーフ 浅野 隆行

料が多く、本来のAA-IIの性能より感度を落としたり、妨害物質の影響を低減させる為に、当時のテクニコン・ブラン・ルーベの担当者の方と延々と確正試験を繰り返した上で導入しました。時代が経ち当部は本装置も含めグループ会社(現在の当社)へ移管され、顧客要望の変化に伴い本装置の使用用途も多様化し、低濃度と高濃度のそれぞれのラインを増設するなどして、常にその時代の顧客のニーズに応え続けてきました。その間も、ビーエルテック株式会社の技術者の方にご協力頂きながらメンテナンス技術も習得し、軽微なトラブルであれば自社で対応出来る体制になり、その技術は社内でも若い人材にも継承され、現在に至っております。

本装置は、パソコン等の情報処理部を更新し、今現在でも現役で稼働しております。

先般、流れ分析法による試験方法がJIS化され、更なるオートアナライザーの環境分析部門での活用が期待されております。弊社と致しましては、本装置の十分な保守と精度管理を行いながら信頼性の確保に努め、分析作業の効率化を図りつつ、オートアナライザーが今以上に広く認知され、早急に環境関連公定法として規定されることを心より祈念しております。

ビーエルテック株式会社 広報部

販売代理店

発行 | **ビーエルテック株式会社**
www.bl-tec.co.jp

本社 〒550-0002 大阪市西区江戸堀1-25-7 江戸堀ヤタニビル1F
TEL(06)6445-2332(代) FAX(06)6445-2437

東京本社 〒103-0011 東京都中央区日本橋大伝馬町14-15 マツモトビル4F
TEL(03)5847-0252(代) FAX(03)5847-0255

九州支社 〒812-0011 福岡県福岡市博多区博多駅前3-9-14 フォロ博多501
TEL(092)481-6505 ※FAXは本社へ