

Feature Article

特集論文

中国・アジアへのHORIBA水質製品の展開 HORIBA process environmental water product development to China and Asia.

田中 敦志, 小林 剛士

Atsushi TANAKA, Takeshi KOBAYASHI

中国及びアジア地域における水質汚染にともなって、アジア各国の水質規制は年々厳しくなっている。現在進行形で拡大するアジア各国における総量規制の動向と、HORIBAグループが日本で培った製品群や日本における第五次水質総量規制で得たノウハウ、の2点を中国およびアジア地域に生かしていきたい。本稿では、HORIBAグループ製品のアジア地域水質総量規制における展望について述べる。

Accompanied by water pollution in China and Asia, Asian water quality regulations have become stricter every year. Regulations and the amount of increase in the ongoing Asia, HORIBA group total quality control know-how gained in Japan in the Fifth District and products developed in Japan, China and Asia would like to utilize the two points. In this paper, HORIBA group discuss on total control of product quality in Asia.

はじめに

中国およびアジア地域における経済発展に伴い、これらの地域の水質汚染が深刻な問題となっている。対応策として、排水の水質総量規制の動きが急ピッチで進められている。HORIBAグループは、日本において第1次から第5次まですべての水質総量規制に携わり、計測器の提供を主な業務として取り組んできた。現在、また今後アジア各国で実施される総量規制に対して、それらの国に貢献できるよう、HORIBAグループ製品群による提案と新製品を開発している。

中国及びアジア地域の水質規制に関して 中国の地表水質規制について

地表水とは、河川水、湖沼水など陸地表面にある水を指す。我々の生活をしていく上では、地表水と地下水は貴

重な水資源であり、地表水は水質監視の必要性がある。日本では、年間降水量が平均1,700 mmと豊富にあるが、降水量の不足と急激な人口増加などで、水不足に悩む地域は多い。中国の年間降水量は、660 mmと日本の約30%であり、利水目的別に地表水の水質分類を下記の表1のように定めている。工場排水や生活排水の増加にともなって、中国の水質汚濁問題は深刻化している。中国では水域を利水目的と保護目的にあわせて、水源水や国家自然保護区にあるI類から農業用水区や、一般景観確保用の

表1 中国水質分類

類型	主たる目的	使用目的(機能区分)
I類	飲料	主に水原水, 国家自然保護区
II類	飲料	主に生活用水1級保護区, 希少魚類保護区, 魚・海老産卵場
III類	飲料	主に生活用水2級保護区, 一般魚類保護区, 遊泳区
IV類	工業	主に一般工業用水区, 直接人体に触れない娯楽用水区
V類	農業	主に農業用水区, 一般の景観上必要な水域
劣V類		以上の用途に適さない水域

V類までにランク分けし、それぞれの類ごとに望ましい水質環境の目安を示す環境基準を示している。中国7大水系全体を対象とした2001年の水質測定結果によると、752カ所のモニタリング地点のうち、44%が最低ランクの基準であるV類の水質基準を満たしていない。また、特に汚染がひどい海河、淮河、遼河の3水系では約6割以上がV類以下の水質である。湖沼では、太湖、巢湖、鄱陽湖の3湖沼については、いずれも水質がV類以下となっており、富栄養化対策の実施が緊急の課題となっている。このため、上記の3河川と3湖沼に対しては、国家環境保護第9次5ヵ年計画(計画対象期間1996年～2000年)と、それに引き続く同第10次5ヵ年計画(2001年～2005年)によって、重点的に水質汚濁防止対策が実施されている。具体的には、化学的酸素要求量(COD: Chemical Oxygen Demand 以下COD)、アンモニア性窒素を対象とした総量規制の導入、および污水处理場の集中的整備が進められるとともに、生産設備が古くしかも、水質汚濁物質を大量に排出する、中小規模の工場(いわゆる郷鎮企業)の操業停止や、閉鎖措置などを講じられている。しかし、産業系排水だけではなく、生活排水の急増によって水質汚濁の改善は進んでいない。また、重点対策地域とされてい

るこれらの3水系と3湖沼以外の水質汚濁も深刻で、今後、水質汚濁の進行を原因とした取水障害による水不足の発生も予想される。

中国の地表水における環境基準を表2-1に添付する。表2-2は、日本の水質規制と比較したもので、中

表2-2 日本の水質分類

類型	主たる目的	使用目的(機能区分)	水質基準
AA	飲料	水道1級 自然環境保全	pH6.5-8.5, BOD 1 mg/L以下, SS 25 mg/L以下 DO 7.5 mg/L以上, 大腸菌 500 MPH/100 ml以下
A	飲料	水道2級 水産2級	pH6.5-8.5, BOD 2 mg/L以下, SS 25 mg/L以下 DO 7.5 mg/L以上, 大腸菌 1,000 MPH/100 ml以下
B	飲料	水道3級 水産2級	pH6.5-8.5, BOD 3 mg/L以下, SS 25 mg/L以下 DO 5 mg/L以上
C	工業	水道3級 工業用水1級	pH6.5-8.5, BOD 5 mg/L以下, SS 50 mg/L以下 DO 5 mg/L以上
D	工業	工業水2級 農業用水	pH6.0-8.5, BOD 8 mg/L以下, SS 100 mg/L以下 DO 2 mg/L以上
E	工業	工業用水3級 環境保全	pH6.0-8.5, BOD 10 mg/L以下, DO 2 mg/L以上

表2-1 中国地表水環境基準(mg/L)

		I類	II類	III類	IV類	V類
1	水温	人為的に引き起こされる水温変化の限界 週平均の最大上昇範囲 ≤1℃				
2	pH	6~9				
3	溶存酸素≥	7.5	6	5	3	2
4	総マンガン塩指数≤	2	4	6	10	15
5	COD≤	15	15	20	30	40
6	BOD5≤	3	3	4	6	10
7	アンモニア窒素≤	0.15	0.5	1	1.5	2
8	総磷(TP)≤	0.02 (湖・ダム 0.01)	0.1 (湖・ダム 0.025)	0.2 (湖・ダム 0.05)	0.3 (湖・ダム 0.1)	0.4 (湖・ダム 0.2)
9	窒素(N)≤	0.2	0.5	1	1.5	2
10	総銅≤	0.01	1	1	1	1
11	総亜鉛≤	0.05	1	1	2	2
12	フッ化物≤	1	1	1	1.5	1.5
13	セレン≤	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
14	全砒素≤	0.05	0.05	0.05	0.1	0.1
15	総水銀≤	0.00005	0.00005	0.0001	0.001	0.001
16	総カドミウム≤	0.001	0.005	0.005	0.005	0.01
17	クロム(六価)≤	0.01	0.05	0.05	0.05	0.1
18	鉛≤	0.01	0.01	0.05	0.05	0.1
19	総シアン化物≤	0.005	0.05	0.2	0.2	0.2
20	フェノール≤	0.002	0.002	0.005	0.01	0.01
21	石油類≤	0.05	0.05	0.05	0.5	1
22	イオン活性剤≤	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3
23	硫化物≤	0.05	0.1	0.2	0.5	1
24	総大腸菌≤	200	2,000	10,000	20,000	40,000

Feature Article 特集論文 中国・アジアへのHORIBA水質製品の展開

国では多くの項目の水質監視を行っていることがわかる。地表水の水質を監視する目的は、その地表水が用途に適しているかどうかを確認することである。特に、アジアの国々の場合、下水処理した水は河川や湖沼に戻され、下流で水を再処理して飲料水や、工業用水、水産や農業に使用されている。

中国、日本など各地の地表水の水質規制として、pHは重要な項目である。pHとともに、水質の重要項目として使用されるのが生物化学的酸素要求量(BOD: Biochemical Oxygen Demand 以下BOD)で、水中の有機物が微生物の働きによって酸化される際に必要な酸素の要求量である。一般にBODが高いと、溶存酸素が欠乏しやすくなり、10 mg/L以上で悪臭などの発生などが見られる。

溶存酸素量(DO: Dissolved Oxygen 以下DO)は、植物プランクトンの光合成によって補われるが、好気性生物の呼吸によって消費される。水質の汚染度を示す指標にもなる。自然の浄化力以上の富栄養化が進むと、DOが減少し嫌気性微生物しか生息できなくなる。嫌気性発酵による分解が行われるものの、有機物の分解力が弱いため、富栄養化がさらに進行する。

中国政府の定めた排水基準

第一類汚染物の排水基準値を、対応する項目の日本の一律基準値と対比して表3に示す。基準値はほぼ同等であるといえる。アルキル水銀について検出されないことと規制されているのは、表3のように日本以外ではこの中国の基準だけである

表3 第一類汚染物の排水基準値(mg/L)

	汚染物	中国 最高許容排出濃度	日本の一律基準
1	総水銀	0.05	0.005
2	アルキル水銀	検出されないこと	検出されないこと
3	総カドミウム	0.1	0.1
4	総クロム	1.5	2.0
5	六価クロム	0.5	0.5
6	総砒素	0.5	0.1
7	総鉛	1.0	0.1
8	総ニッケル	1.0	-
9	3,4ベンゾ(a)ピレン	0.00003	-
10	総ベリウム	0.005	-
11	総銀	0.5	-
12	総α放射線	1Bq/L	-
13	総β放射線	10Bq/L	-

化学的酸素要求量(COD-Cr)の第二級基準値は部門により120~300 mg/Lの範囲で設定されており、日本の基準値COD Mn160 mg/Lとは、酸化条件が異なるため、取り扱いに注意を要する。CODの測定には、COD-Mn法、COD-Cr法、および相関を必要とするがUV法、TOC法の四つの方法がある。日本では、COD-Mn法がCOD測定の基準法に制定されているが、有害性の六価クロムや水銀を用いるCOD-Cr法は使用されていない。UV法は、COD-Mn法と異なり、試薬を使用せず、メンテナンスが容易で、ランニングコストの低減がはかれることから、多くの計測場所で使用されている。なお、中国では工場の排水管理はCOD-Cr法であるが、地表水のCOD測定はCOD-Mn法が採用されている。

水質モニタリングの現状

環境行政組織による工場排水のモニタリングは、3通りの方法がとられている。すなわち、定期的モニタリング、不定期モニタリング、そしてオンラインモニタリングである。一般的に定期的モニタリングと通告なしの不定期モニタリングが、それぞれ年に1回実施されている。

オンラインモニタリングについては、2006年からの第11次5ヵ年計画で、中国政府がCODの排出量を10%削減するという計画もあって、2006年から2008年にかけて多くの場所で設置された。中国のCOD監視においては、COD-Cr法が基本とされており、各省や市の環境保護局による規制のもとで、オンラインモニタリング装置として、COD-Cr、pH計、濁度計、流量計が多数設置されている。

中国のCOD監視に使用されているCOD-Cr法は、水銀を使用し、排水タンクで回収されずに下流に放出されるので、公害が懸念されている。また、COD-Cr法は1時間に1回しか計測ができず、突発的な工場からの排水を計測できないことから、広東省や山東省では、省の環境保護局の日本でも多数使用されているUV法が認められている。表4に、COD計測における各測定法の特徴を記載する。

また、中国では、2011年からの第12次5ヵ年計画において、富栄養化対策を進めるために、日本で2002年から規制されている全りん全窒素の連続監視も検討されている。日本では、水質総量規制における全りん全窒素の規制により、富栄養化対策を進めてきていたことから、中国の太湖やデン池で発生している富栄養化対策としても期待される。

表4 CODオンライン監視におけるメリット, デメリット

	日本のオンライン監視	メリット	デメリット
COD-Mn法	河川水, UV法で相関がとれない場合使用(10-20%)	現場での関連データ作成が不要	試薬を必要とするメンテナンスがかかる
COD-Cr法	未使用	現場での関連データ作成が不要	水銀などの試薬を使用 メンテナンスがかかる
UV法	固定発生源を中心に使用(70-80%)	試薬不要, 有害物質を排出しないメンテナンスが容易, ランニングコストが安価	現場でUVとCODの関連データ作成, 必要セル洗浄が自動化されていない装置の場合ドリフトが大きい
TOC法	低濃度固定発生源を中心に使用(10%)	試薬不要, 有害物質を排出しない	現場でのTOCとCODの関連データ作成必要

アジアの他国における水質規制の状況

アジア各国でも, 日本の水質規制同様に, 規制が開始検討されている。

韓国では, 2006年から水質総量規制がすでに開始された。韓国の約600箇所の固定発生源(下水処理場を含む)で, COD-Mn, 全りん全窒素, pH, 濁度, 流量の計測を行い, データログで地域の環境監視局にデータを転送している。これらの水質総量規制により, 地表水の水質汚染は改善されてきた。

タイでは, 2010年より水質総量規制が, 約200箇所の固定発生源(下水処理場を含む)で検討されており, 監視項目や水質規制について検討がされている状況である。このため, タイにある日系企業などでは, いち早く水質計測器を購入し, 水質規制に備え, 下水処理システムの見直し自主監視を開始している企業もある。

マレーシア, ベトナム, フィリピン, インドネシア, インドといったアジアの国々も, 地表水の水質監視を開始しており, 一部オンライン監視が実施されているところもある。

水質総量規制と計測装置のリンク

日本の第5次水質総量規制における全窒素全りん測定装置<TPNA-300>の例

日本では, 湖沼や海域での富栄養化を抑制するために, 東京湾, 瀬戸内海, 伊勢湾などの閉鎖性海域において, 昭和54年以来4次にわたり事業所排水中のCODを対象とした総量規制が実施されてきた。しかし, 赤潮や青潮といった富栄養化にともなう問題を完全に解決するには至らなかった。このような状況を踏まえ, 平成12年10月に, 中央環境審議会水質部会-総量規制基準等専門委員会よ

り, 総量規制基準や汚濁負荷量の測定方法が提示された。排水量が400 m³/day以上の事業所において, 自動全窒素・全りん測定装置が必要となった。HORIBAグループは, 自動全窒素・全りん測定装置としてTPNA-300を製品としてラインアップしている。製品の特長を以下に記した。

- ①本体の小型化により, 屋外設置用ケース架台に収納可能。紫外線吸光度計(UV: Ultra violet) <OPSA-150>とともに収納可能。
- ②汚濁負荷量演算機能を内蔵し, 流量信号を入力すれば, 汚濁負荷量を演算可能。
- ③1台で全窒素, 全りんの2成分を測定可能。
- ④加熱法と紫外線酸化分解法の併用により, 常温・常圧で前処理が可能となり, 従来のオートクレーブ法と比較してメンテナンス性が向上。
- ⑤手分析法との高い相関性が得られる。
- ⑥自動ゼロ点補正や自動校正機能など, ユーザフレンドリーな機能を搭載。
- ⑦試薬使用量を低減し, ランニングコストダウンを実現。
 - ・試薬使用量の低減: サンプル量を1 mLとし, 試薬使用量を従来比1/10に低減
 - ・純水使用量の低減: 純水使用量を50 L/monthとし, 従来比1/14に低減
 - ・交換部品点数の削減: 分解セルと測定セルを一体化し, 交換部品点数を従来比1/2に削減
 - ・測定廃液の低減: 測定廃液を15 L/monthとし, 従来比1/5に低減
 - ・消費電力の低減: 消費電力を400 VAとし, 従来比1/2に低減

本製品は, 日本国内市場における全窒素全りんの総量規制が実施された2004年度においてシェア40%を確保し, 多くのユーザーに使用いただいている製品である。

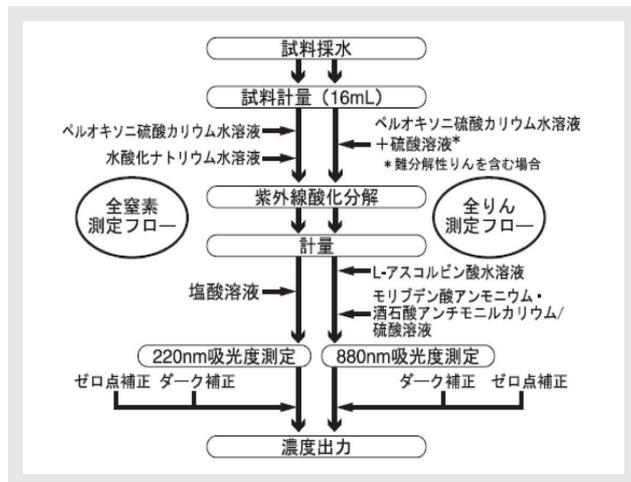


図1 TPNA-300 測定フロー

有機性汚濁物質測定装置<OPSA-150>の例

排水濃度の管理は、当初はCODを指標とする有機性汚濁物質の規制から始まったが、2002年からは全窒素、全リンの測定が追加されている。

有機性汚濁物質を連続で計測する測定装置としては、COD計、UV計、全有機炭素計(TOC: Total Organic Carbon 以下TOC)などがあるが、日本の約70%の事業所ではUV計が使用されている。この理由としては、①UV計の測定原理である紫外線吸収とCODとの相関性が非常に優れている点、②UV計の場合は試薬が不要であり、メンテナンスが非常に容易である点の2点が挙げられる。安定した連続測定を行うためには、①測定時に常時光量補正を行う、②測定セルを常時洗浄し汚染を防ぐ、必要がある。

OPSA-150は、独自技術である回転セル長変調方式を採用した。これは連続したセル長可変とワイパ洗浄を同時に行う画期的な方式で、排水という過酷な環境でも長時間連続して安定なデータを得ることができる特長がある。図2に、測定セルの長さとおよび透過光量出力信号の関係を示す。

測定セルが回転することにより、セルの長さとおよび透過光量信号が変化する。セルの最も近づいている時の透過光量を基準として、離れている数点の透過光量を見ることで、光源の光量を補正しながら、種々のセル長の吸収データを得ることができる。測定セルが常に回転していることを利用し、測定セルの周囲に取り付けている洗浄用ワイパで、測定に影響することなく連続的に測定セルを洗浄す

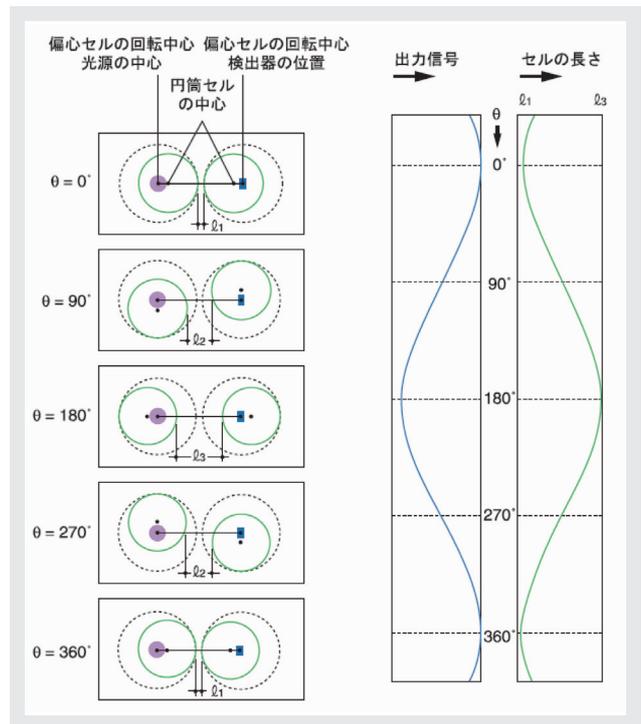


図2 OPSA-150 変調セルの動きと出力信号

ることが可能になっている。本機能により、長期間安定測定を実現している。

化学的酸素要求量<CODA-211/212>の例

工場排水や河川、湖湾、海域などの試料水のCODを連続測定する装置であり、負荷量演算器と組み合わせて水質汚濁負荷量が算出可能、排水の総量規制に適合した測定を行う。CODA-211は、JISの工場排水試験法に準拠した酸性過マンガン酸カリウム法測定法を自動化した装置で、独自の計量、液送システムに豊富な自己診断システムを加えることにより、さらに高い精度を実現している。また、海水など塩素イオンを含む試料にはアルカリ性過マンガン酸カリウム法を採用したCODA-212が準備されている。製品特長としては、以下の点が挙げられる。

- ①自動校正機能(ブランク/スパン校正)を標準装備。信頼性を高めるとともに定期作業の省力化を実現
- ②試薬の補給周期は1ヵ月に1回の周期でOK。
- ③オプションで薬液洗浄機能(反応槽内の塩化銀の溶解除去)を用意。
- ④大型で鮮明な液晶表示を採用。COD測定に必要な各種データおよび設定条件が迅速に表示/確認できる。

表5 アジアのサービス体制

	HORIBA事務所	サービス体制	水質販売製品
韓国	ソウル, ウルサン, スワン	HORIBA, 韓国からのサービスサポート	全製品
中国	北京, 上海, 広州, 重慶	HORIBA, 中国からのサービスサポート	全製品
インド	デリー, プネー	HORIBA, インドからのサービスサポート	OCMA, U-50/W-20, OPISA, CODA, TPNA, pH,
ベトナム	ハノイ	1次サービスはHORIBAハノイ事務所から 2次サービスはHORIBAシンガポールから	全製品
東南アジア他国	シンガポール	1次サービスは各国の販社事務所から 2次サービスはHORIBAシンガポールから	全製品

- ⑤標準装備のプリンタは時刻, CODの設定値に加えて測定データをグラフィックプリントする。
- ⑥測定値のデータを1か月間記憶。これによってデータのチェックが容易となった。

特に近年, 韓国・中国における総量規制の動きにリンクして, 本製品は年間販売台数30台以上の販売実績を記録している。

HORIBAのアジアにおけるサービス体制

アジアに各国におけるHORIBAグループ体制を表5に記載する。今後5年間で, HORIBA/HATがワンカンパニーとして製品や人員を共有し, グローバルな競争力を有して更に市場に深耕していく予定である。

おわりに

本稿では, アジア市場の動向とHORIBAグループの取り組みを紹介した。HORIBAグループはTPNA-300, OPISA-150, COD-211/212を中心にアジア市場, 特に水質総量規制に対応するために必要な機能や技術を搭載した計測器を提供してきた。

HORIBAグループの水質製品を, 日本国内のみならずアジア各国の方々に使用いただくことで, 環境保全と産業の発展に貢献できるよう更に努力していきたい。

参考文献

- [1]「上水試験方法解説編2001年度版, 日本水道協会(2001)」
- [2]「自動全窒素・全りん測定装置TPNA-200」ReadoutNo.22, P66-70(2001.3)



田中 敦志

Atsushi TANAKA

株式会社堀場アドバンスドテクノ
開発部 開発2課

小林 剛士

Takeshi KOBAYASHI

株式会社堀場製作所
海外本部 海外営業部