＜報　　文＞

海面埋立処分地浸出余水における水質簡易測定法の応用*

芳倉太郎**・藤原康博**
西尾孝之**・福山丈二**

キーワード　①簡易試験法　②パックテスト　③海面埋立処分地浸出水

要　　旨

廃棄物海面埋立処分地浸出余水を用いて，簡易試験法(パックテスト)の検討を行った。簡易試験法により浸出余水水質の概略を把握することができた。COD，DO，pH，NH_3-N，NO_2-N の各測定項目の公定法による測定値と簡易試験法による測定値には回帰直線が得られ，簡易試験法は廃棄物埋立処分地浸出余水水質の概略を測定する有効な方法であることが示された。

1. はじめに

多種多様な環境汚染物質の管理，保全等が求められ，これらに対応した物質の種々な測定が求められている。環境中の多くの物質等について，多くの地点で，多くの回数の測定を JIS や環境省告示等の定められた従来の公定法のみで行うには莫大な労力と経費負担が必要になる。環境測定の目的として，環境基準項目の測定や排水基準適合のための規制項目の測定等は公定法が定められているが，それ以外の多くの測定では必ずしも公定法で測定する必要がなく，簡易測定法を活用した方がよい場合がある。たとえば排水，廃棄物処理設備の運転管理のための水質測定，水環境での水質異常値の監視のための簡易測定，水環境の汚染源の特定のための簡易迅速測定，事故・災害時の汚染状態の把握ための簡易測定，環境教育や一般市民とのリスクコミュニケーションへの応用，発展途上国での簡易測定器具等の普及と援助による環境管理の促進等への応用が考えられている[1~3]。このような種々な目的に対応した簡易測定法のうち，廃棄物海面埋立処分地浸出水水質への応用結果を報告する。

廃棄物海面埋立処分地浸出余水への簡易測定法の適用を想定し，種々の要因による誤差，精度，その他の問題点を探ることを目的に，廃棄物海面埋立地試料水を用いて公定法と簡易法との比較検討等を行った。

2. 実験方法

(1)　採水地点と試料水

廃棄物海面埋立処分地より試料水を採取した。１区(S２，S３，S４)は主として一般廃棄物焼却残滓，不燃性物質等が埋め立てられ，２区(S５，S７)は港湾域等の水底土砂が埋立てられている。２区の水質は，投入された水底土砂の溶出物(COD，N，P)や２区内のプランクトン等の増殖による有機物生産により水質の変動が見られる。１区の塩素イオン濃度の採水期間中の平均値は

*Application of Simple Water Quality Measurements to the Sea-based Landfill Leachate

**Taro YOSHIKURA, Yasuhiro FUJIWARA, Takayuki NISHIO, Jyouii FUKUYAMA(大阪市立環境科学研究所)Osaka City Institute of Public Health and Environmental Sciences

9,110mg/L，その範囲は9,000～9,600mg/L，2区では12,400mg/L，その範囲は12,200～13,200mg/Lであった。

(2) 測定項目

測定項目の一覧を**表1**に示した。簡易測定法としてパックテスト(共立理化学研究所㈱)を用いた。COD(WAK-CODキット)，DO(ケメットDO計，No. K-7512，CHEMetrics社製)，pH(WAK-pHキット)，NH_3-N(WAK-NH_4キット)，NO_2-N(WAK-NO_2キット)を測定項目とした[4~10]。採取された試料の公定法DO測定値は，採水現場でウインクラーアジ化ナトリウム変法によりDO固定後，測定されたDO値である。パックテストDO値は採水現場でのDO値ではなく，採水現場から研究所に搬入された試料水についてのパックテストDO値である。パックテストDOと公定法DOの測定時間とは3～4時間程度の時間差がある。COD，pH，NH_3-N，NO_2-Nは，試料水についてそれぞれ公定法およびパックテストを同時間に測定した結果である。パックテストの測定範囲に示された各比色濃度区分は必ずしも測定範囲内で等分に比例区分されていない。測定データについて統計計算とt検定およびWilcoxonの符号順位検定等を行い統計的有意性(有意水準5％)を検討した。

3. 結果と考察

(1) COD

各測定点(S2，S3，S5，S7)のCODについて，公定法CODとパックテストCODの測定結果を**図1**に示した。1区の測定点S2，S3では，

表1　各分析法と簡易法(パックテスト)における測定方法

項　目	公定分析法等	簡易法(パックテスト)	簡易法測定範囲	簡易法比色段階
COD	100℃酸性過マンガン酸カリウム酸化法	常温アルカリ性過マンガン酸カリウム酸化法	0～100mg/L	7段階比色
DO	ウインクラーアジ化ナトリウム変法	酸性インデイゴカーミン法	1～12mg/L	9段階比色
pH	pH電極法	各種pH指示薬の発色	5.0～9.5	10段階比色
NH_3-N	インドフェノール青比色法	インドフェノール青比色法	0～16mg/L	7段階比色
NO_2-N	キャピラリー電気泳道紫外吸収法(214nm)	ナフチルエチレンジアミン比色法	0.006～0.3mg/L	6段階比色

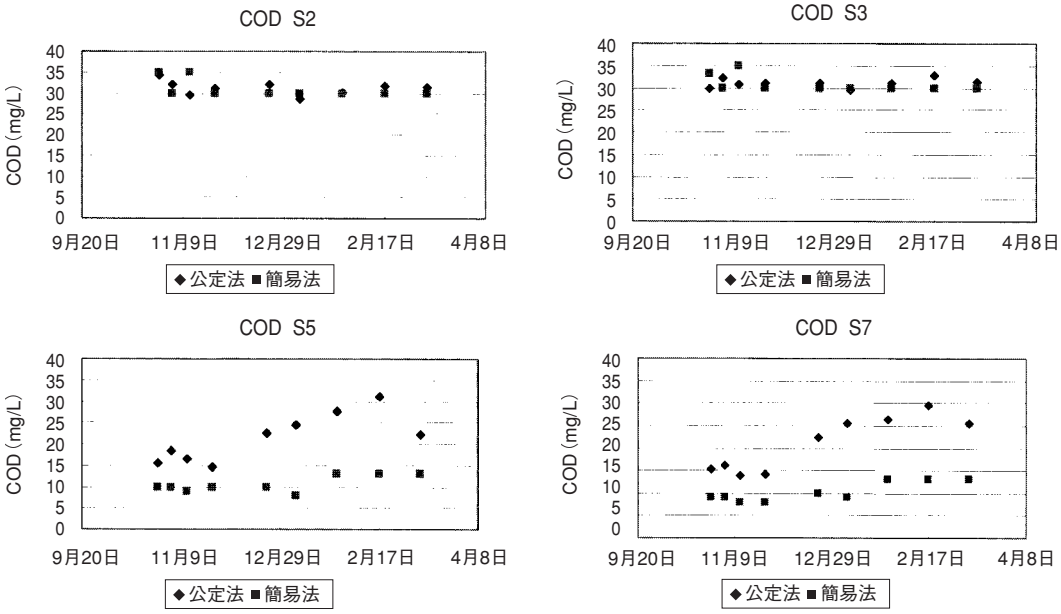
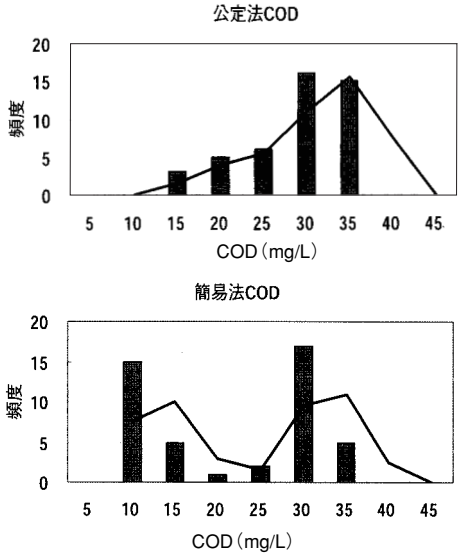


図1　公定法CODと簡易法COD

公定法とほぼ同程度のパック測定値が得られていることがわかる。一方，２区のＳ５，Ｓ７では，公定法測定値に対して，パックテスト測定値は低い傾向が見られた。Ｓ２，Ｓ３，Ｓ４のCOD測定値について，公定法測定値とパックテスト測定値の平均値に有意な差はなかった。一方，２区のＳ５，Ｓ７のCOD測定値については，公定法CODの平均値は有意に高かった。

公定法の測定値とパックテスト測定値の頻度分布(**図 2**)をみると，公定法測定値の頻度分布は一つのピークを持つ分布に対して，パックテストでは２区のＳ５，Ｓ７の測定データであるCOD濃度区間５～10mg/Lにもピークが見られる。これらの測定値は，公定法測定値では10mg/L以上を示した測定値である。このことは公定法では測定されるが，パックテストでは測定されない物質が２区に存在していることを示している。

図 3 にDOCに対するT－COD(Total－COD)，



統　計　表

統計数値	公定法 COD	簡易法 COD
平均値	26.1	21.8
中央値	26.6	25
最頻値	31.1	30
標準偏差	5.8	9.9
分散	33.9	99.6
最小値	14	8
最大値	34.3	35
標本数値	45	45

測定値(mg/L)

図 2　公定法 COD と簡易法 COD の測定値の頻度分布

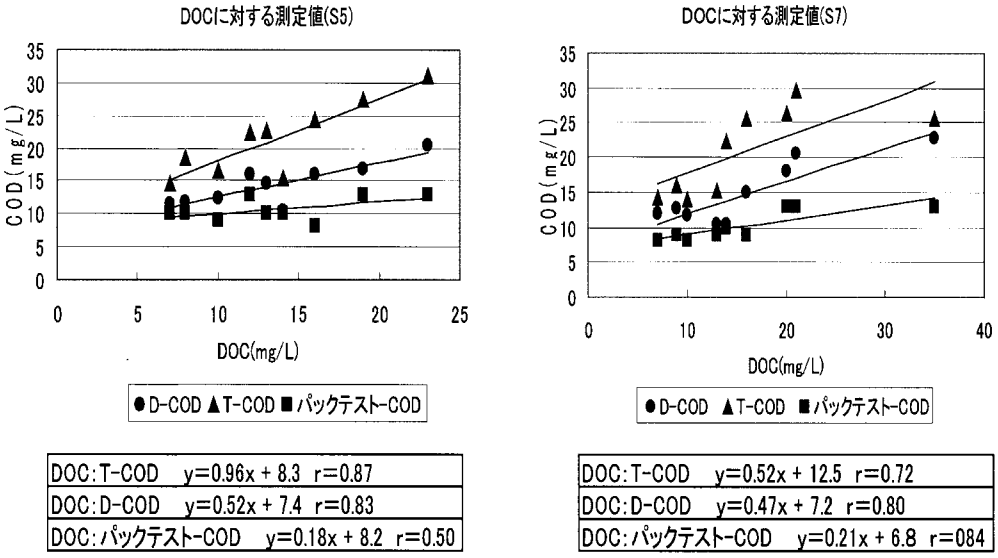


図 3　DOC に対する公定法 COD，簡易法(パックテスト)COD 測定値の比較

D－COD(Dissolved－COD)，パックテストCODの関係を示した。DOC濃度の増加に対応して，T－COD濃度の増加率が大きいのに対して，パックテストCOD濃度の増加率は小さい。2区のDOCの増加は，植物プランクトンの増殖によるものが大きいが，これらによるCODの増加に対応して，パックテストCODの増加が小さいことは，パックテストCODでは植物プランクトンの増殖に伴う有機物の増加を測定できないことを示している。これらの事柄は，坂崎らも指摘しているように公定法COD測定値とパックテストCOD測定値の比率は，試料中のCOD源により異なるという報告と一致する[12]。埋立地2区のS5およびS7ともほぼ同様な結果であった。パックテストCODは穏和な温度条件下でのアルカリ性COD測定であり，有機物の酸化力は必ずしも高くはないと思われる。

小倉によると，公定法COD値とパックテストCOD値は高い正の相関関係が得られるが，高濃度域において公定法を大きく下回る試料がみられ，これらはSS分を多く含む試料であったという[7]。パックテストと公定法の酸化条件の違いから，公定法では酸化されるSS分もパックテストでは酸化しきれないということが考えられるとしている[7]。埋立処分地の2区の高濃度CODはプランクトン由来のSSが多く，パックテストではこれらのSS寄与分が測定されず，CODが低く測定される原因の一つと考えられる。

公定法CODとパックテストCODの測定値は，それぞれの一定の傾きを持った有意な回帰直線として示され，これらの傾き等を考慮すれば，パックテストによるCOD簡易測定法は，廃棄物埋立処分地浸出余水の簡易モニタリング法として有用な測定法であると思われる。

(2)　電極法pHと簡易法pH

図4に電極法pH(x)と簡易法pH(y)の関係を示した。図に示したように両者には，$y=0.56x+3.90$，$r=0.71$，$p<0.05$，$n=45$の有意な相関が認められた。**図5**に電極法pHと簡易法pHの頻度分布を示した。使用した簡易法pHキットの上限測定範囲は9.5までであり，本キットでは，それ以上の測定は行わなかった。

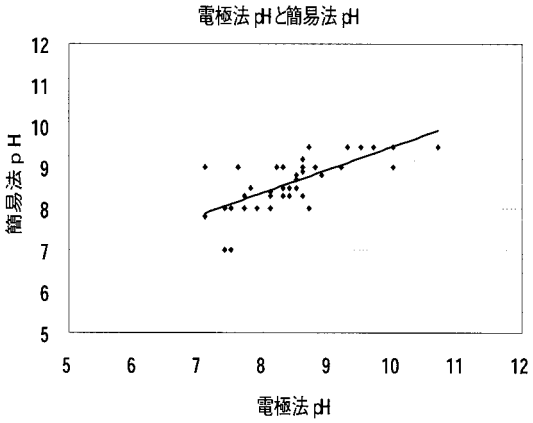
(3)　公定法DOと簡易法DO

図6に公定法DOと簡易法DOの各採水地点（1区のS2，S3，2区のS5，S7）の測定結果を示した。これらの測定結果をまとめて**図7**に公定法DO(x)と簡易法DO(y)の関係を示した。図に示したように両者には，$y=0.18x+7.44$，$r=0.63$，$p<0.05$，$n=45$の有意な相関が認められた。

図8にこれらの測定値の頻度分布図を示した。公定法DOでは高濃度DOや低濃度DOが測定されたが，簡易法DOでの測定範囲はそれらに比べれば狭い分布を示し，標準偏差や分散は小さかった。

(4)　NH_3-NとNO_2-Nの公定法と簡易法による測定

図9にNH_3-Nの公定法による測定結果(x)と簡易法による測定結果(y)を示した。両方法間で平



統　計　表

統計数値	電極法pH	簡易法pH
平均値	8.4	8.6
中央値	8.4	8.7
最頻値	8.6	9
標準偏差	0.79	0.62
分散	0.61	0.38
最小値	7.1	7
最大値	10.7	9.5
標本数値	45	45

図4　電極法pHと簡易法pHとの回帰直線

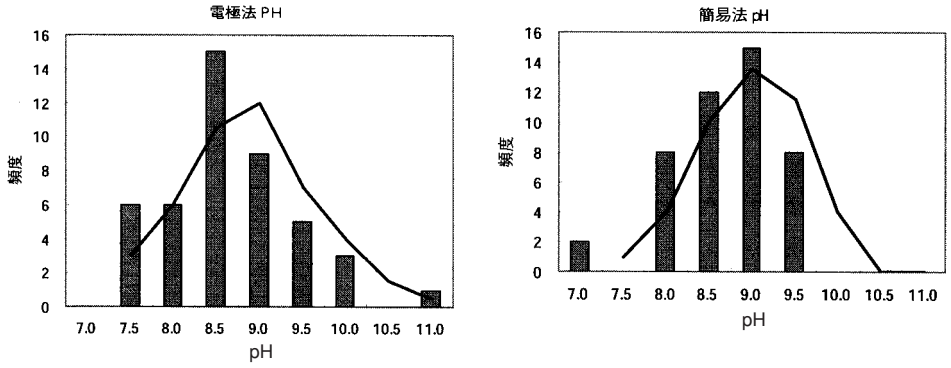


図 5　電極法 pH 値と簡易法 pH 値の頻度分布

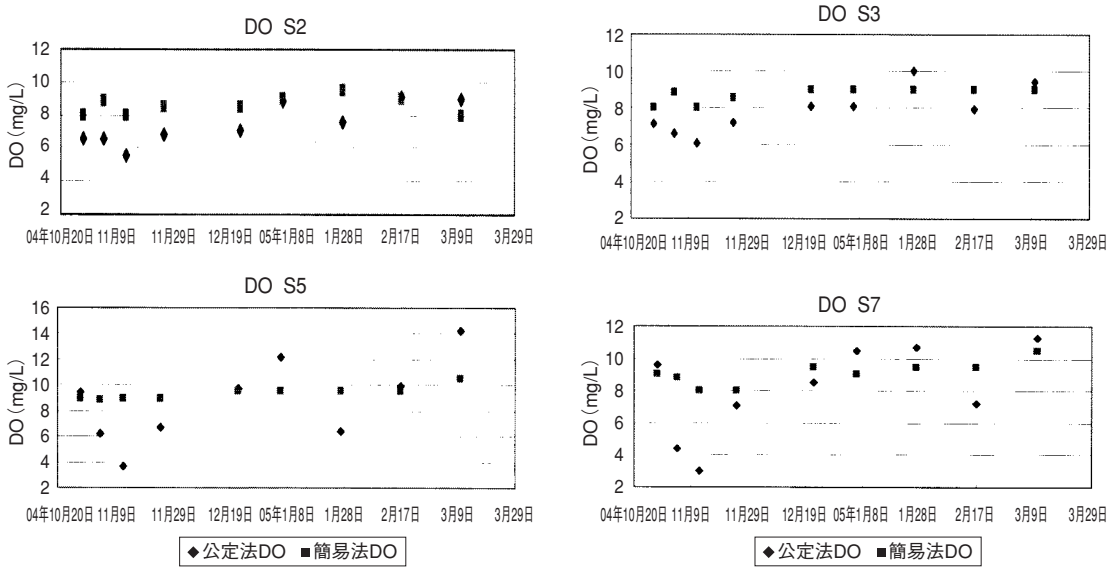
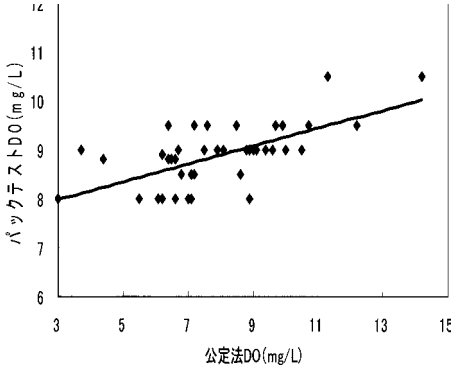


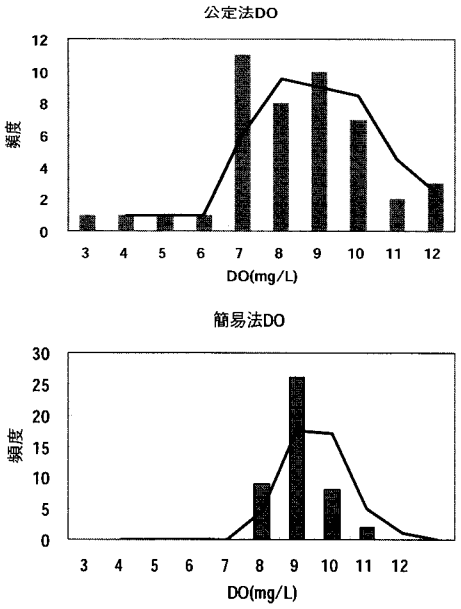
図 6　公定法 DO と簡易法 DO



統　計　表

統計数値	公定法 DO	簡易法 DO
平均値	8	8.1
中央値	7.9	9
最頻値	7.1	9
標準偏差	2.1	0.6
分散	4.4	0.36
最小値	3	8
最大値	14.2	10.5
標本数値	45	45

図 7　公定法 DO と簡易法 DO との回帰直線

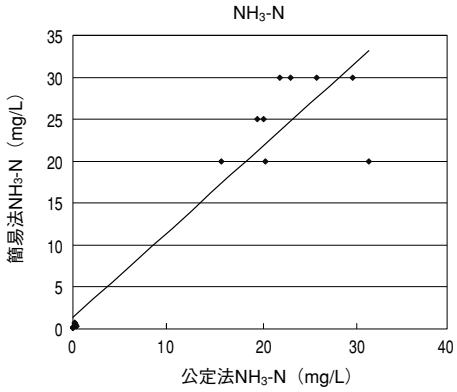


統　計　表

統計数値	公定法 DO	簡易法 DO
平均値	8	8.1
中央値	7.9	9
最頻値	7.1	9
標準偏差	2.1	0.6
分散	4.4	0.36
最小値	3	8
最大値	14.2	10.5
標本数値	45	45

測定値(mg/L)

図 8　公定法 DO 値と簡易法 DO 値の頻度分布

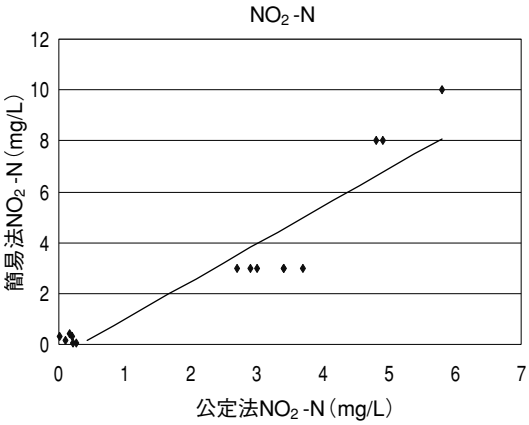


統　計　表

統計数値	公定法 NH_3^-N	簡易法 NH_3^-N
平均値	14	15.5
中央値	19.7	20
標準偏差	12.3	13.2
最小値	0.01	0.1
最大値	31.6	30
標本数	15	15

測定値(mg/L)

図9　公定法 NH_3–N と簡易法 NH_3–N との回帰直線



統　計　表

統計数値	公定法 NO_2^-N	簡易法 NO_2^-N
平均値	2.4	3.01
中央値	2.9	3
標準偏差	2.03	3.2
最小値	0	0.04
最大値	5.8	10
標本数	15	15

測定値(mg/L)

図10　公定法 NO_2–N と簡易法 NO_2–N との回帰直線

均値に有意差はなかった。両測定値の間には，y＝1.01x＋1.36，r＝0.93，p＜0.05，n＝15の回帰式が得られた。

図10 に NO_2–N の公定法(x)と簡易法(y)による測定結果を示した。両方法間で平均値に有意差はなかった。両測定値間には，y＝1.48x－0.49，r＝0.93，p＜0.05，n＝15の回帰式が得られた。このようなことから，簡易法を用いて採水現場にて栄養塩濃度の概略値を測定することができる。今後，測定数を増やすことにより，このような回帰式を用いて簡易測定法による海面埋立処分地浸出余水の水質を把握することが可能である。

4. ま と め

1) 廃棄物海面埋立処分地浸出余水を用いて，簡易試験法(パックテスト)を行った。簡易試験法により廃棄物埋立地浸出余水の水質を把握することができた。
2) COD 測定では，1区と2区の各 DOC 測定値と簡易法 COD 測定値の比率には差異が見られたが，公定法 COD と簡易法 COD の両測定値間には有意な回帰直線が認められた。
3) DO，pH，NH_3–N，NO_2–N の項目も，公定法の測定値と簡易試験法の測定値には回帰直線が得られ，簡易試験法(パックテスト)は，廃棄物埋立処分地浸出水の水質測定法として有効であった。
4) 水質簡易分析法は目的に対応して活用すれば，その利用性は高いことが示された。

—参 考 文 献—

1) 小倉紀雄：水質簡易測定法の必要性と意義，日本水環境学会誌，**21**(5)，257，1998
2) 浦野紘平：注がれる簡易測定への熱い視線—技術の現状と新たなる展開，資源環境対策，**40**(8)，34～43，2004
3) 金子恵美子，礒江準一：水質分析キット，ぶんせき，7，360～365，2002
4) 田中庸央，佐野昌之，中村健次，久米茂行，川人俊夫，高田文子：水質の簡易分析法，水，**34**(9)，67–74，1992
5) 竹田茂，花見恵理，桜井敏郎：簡易水質分析キットによる窒素，リンの測定，月刊浄化槽，No. 241，41–46，1996
6) 小田泰史，那須義則，久保　清：簡易法による事業場排水測定結果の評価，熊本県保健環境科学研究所報第25号，32–34，1995
7) 小倉久子：簡易分析法による工場排水，環境水の pH, COD の測定，水環境学会誌，**16**(8)，600–605，1993
8) 若槻一晴，田村良三，坂井正昭：水質汚濁測定におけるパックテストと工場排水試験法の比較，新潟県衛生公害研究所年報　第 **12** 巻，114～116，1996
9) 笠井信善，佐野　敦，岩田　隆：COD 簡易分析法の実用性に関する研究(第2報)，富山県環境科学センター年報，35～38，1999
10) 大垣光冶，岩佐智佳，高島京子，有沢隆文，小西壽久，エドムンド・ビラルス：フィリッピンのパラワン島における河川調査，全国公害研会誌，**25**(1)，39～43，2000
11) 古武家善成，飯田　博，石川宗孝，笠原伸介，貫上佳則，新矢将尚，土永恒弥，中室克彦，服部幸和，福永　勲，芳倉太郎：水質簡易分析法の基礎的検討とその応用(1)—標準試料を用いた誤差要因の検討，第39回日本水環境学会年会講演集，345，2005
12) 坂崎文俊，中室克彦，飯田　博，石川宗孝，笠原伸介，貫上佳則，新矢将尚，土永恒弥，中室克彦，服部幸和，福永　勲，芳倉太郎：水質簡易分析法の基礎的検討とその応用(2)—実試料における公定法との比較，第39回日本水環境学会年会講演集，346，2005
13) 西野達矢，貫上佳則，飯田　博，石川宗孝，笠原伸介，古武家善成，新矢将尚，土永恒弥，中室克彦，服部幸和，福永　勲，芳倉太郎：水質簡易分析法の基礎的検討とその応用(3)—フィールド調査への適用とその問題点，第39回日本水環境学会年会講演集，347，2005
14) 本多宏子，石井誠冶，奥村　浩：全クロムの新しい簡易測定法，用水と廃水，**46**(6)，455～459，2004