H4-14

首都圏の親水空間における衛生指標細菌類の動態解析

Fate Analysis of Fecal Indicator Bacteria in the Public Waterparks in the Tokyo Metropolitan District

○滝本麻理奈[1]，小沼　晋[2]，齋藤利晃[2]
*Marina Takimoto[1], Susumu Konuma[2], Toshiaki Saito[2]

Abstract: Extensive field surveys were performed in the 40 public waterparks in the Tokyo metropolitan district, aimed to assess the risk of recreational and educational usage of waterfront by analysis of fecal indicator bacteria and COD. *E. coli* was found to be good substitution indicator of fecal coliform. Correlations between *E. coli* and COD concentration were observed to be positive in spring-summer period and negative in autumn-winter. Fate of *E. coli* was analyzed by (*E. coli* / Coliforms) ratio in order to estimate the source of fecal indicators and to make the risk elimination countermeasures.

１．はじめに

人々の憩いの場や環境教育の場として，水辺空間は自然が少ない都心において重要な役割を果たしている．しかし，実際に水辺を利用するユーザの目線に立って，環境水への直接接触を前提とした安全性について検討を行っている事例はそれほど多く存在しない．そこで本研究では，首都圏の水辺空間（延べ 40 地点）について現地調査を実施し，特に衛生学的視点から見た安全性を評価した．この際，長い歴史を持つ糞便性大腸菌群数と，有望な代替指標と目される大腸菌数について，現地調査データを元にした比較をあわせて実施し，代替可能性について検討した．また，有機物指標や水温などとの比較から，大腸菌の環境動態について推定することを試みた．

２．調査の概要

平成 26 年 10 月～平成 27 年 1 月および平成 27 年 6 月～9 月に，首都圏における住民が触れることのできる水辺で調査を実施した（Table1-1 および Table1-2, Figure1）．環境水を水辺で直接ポリエチレン瓶に採取し，現地にて現地測定すべき項目を計測したうえで，実験室に持ち帰って分析に供した（Table2）．糞便性大腸菌群数の測定に際しては公定法に従ってデソキシコレート寒天培地を用いた．大腸菌群数および大腸菌数については，微生物検出キット（シート培地）を用いた定量を行った．水質の安全性評価には水浴場水質判定基準を用いた[1]．

３．結果と考察

公定法による糞便性大腸菌群数の濃度測定結果と微生物検出キット（シート培地）による大腸菌数の濃度測定結果には一定の相関関係がみられた（Figure2）．このことは既往の研究[2]でも触れられている通りであることから，本研究では，両者にほぼ 1：1 の相関性があることを前提として，シート培地による大腸菌数の定量結果を中心とした議論を展開する．

各地点の大腸菌数と COD の測定結果の相関性を Figure3 およ

Table1-1 Sampling Sites (2014)

Ward / City	Code	Name of Park	Ward / City	Code	Name of Park
Adachi	A1	Shioiri	Shibuya	Sb1	Yoyogi
	A2	Higashi-Ayase1	Shinjuku	Sn1	Shinjuku-Chuo
	A3	Higashi-Ayase2	Sumida	Sm1	Oyokogawa-Shinsui1
	A4	Mizumoto		Sm2	Oyokogawa-Shinsui2
Itabashi	I1	Ukima	Setagaya	St1	Soshigaya1
	I2	Takashimadaira Ryokuchi		St2	Soshigaya2
	I3	Funado-Mizube		St3	Todoroki-Keikoku
Minato	M1	Shiba	Chiyoda	C1	Kitanomaru
	M2	Hikawa		C2	Jinbocho-Aizen1
	M3	Hinokimachi		C3	Jinbocho-Aizen2
Katsushika	Ka1	Katsushika-Arakawa-Mizube		C4	Kinka
Kita	Ki1	Asukayama	Shinagawa	S1	Togoshi
	Ki2	Otonashi-Shinsui	Mitaka	O1	Inokashira

Table1-2 Sampling Sites (2015)

Setagaya	St3	Todoroki-Keikoku	Adachi	A4	Mizumoto
	St4	Hyogojima (Hyogo Pond)		A5	Toneri
	St5	Hyogojima (Tama River)	Chiyoda	C2	Jinbocho-Aizen1
Itabashi	I4	Funadomizube		C3	Jinbocho-Aizen2
Minato	M1	Shiba		C4	Kinka
Shinjuku	Sn2	Kandagawa-Shinsui Terrace	Kita	Ki2	Otonashi-Shinsui
Taito	T1	Shinobazu Pond		Ki3	Otonashi-Shinsui (Pool)

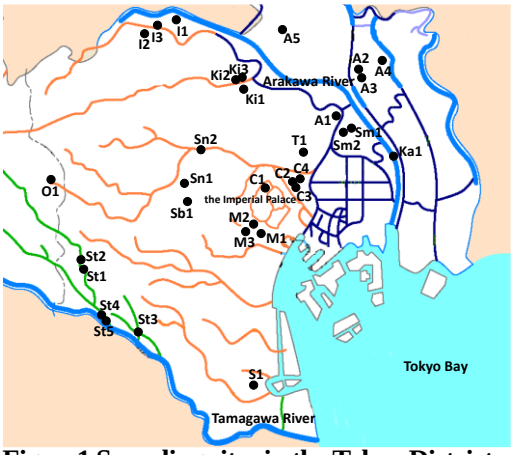

Figure1 Sampling sites in the Tokyo District

Table2 Analytical methods

Water quality analysis at:

On-site:	Water temperature[a], pH[a], Conductivity (EC)[a], Dissolved oxigen (DO)[b]
Lab.:	COD_{Mn} (Alkaline $KMnO_4$ method)[c], NH_4-N^+ (indophenol blue method)[c], *E. coli*[d], Coliforms[d], Fecal Coliforms[e]
On-site[b] and lab[c].:	Total residual chloline, Free chlorine

a) Multiparameter tester PCSTestr35 (Eutech Instruments)
b) Packtest (Kyoritsu Chemical-Check Lab.)
c) DigitalPacktest Multi DPM-MT (Kyoritsu Chemical-Check Lab.)
d) Sheet medium Sanita-kun (JNC Corporation)
e) Desoxycholate agar (AsOne Corporation)

1: 日大理工・院（前）・土木　2: 日大理工・教員・土木

び Figure4 に示した．大腸菌数および COD の両面から，水浴不適と判断される地点が複数存在し，大腸菌数については基準値の 10 倍以上の超過地点があることが判明した．また，秋期から冬期における調査（平成 26 年度秋季～冬季）では負の相関傾向が，平成 27 年度春季～夏季における調査では正の相関傾向が見受けられた．秋季～冬季と春季～夏季では，環境水中での大腸菌の動態に影響を与える現象に何らかの差異があることが示唆された．また，計測された大腸菌数と，試料が採取された現場の水温との関係を Figure5 に示した．大腸菌の環境動態を大きく左右するのは基本的には水温であるように見受けられた．特に，水温が 25℃～28℃程度の高温域であった地点において高濃度で検出され，水温が 30℃弱からそれ以上の調査地点では大腸菌数が少なくなる傾向が見られた．また，大腸菌数が検出された調査地点を，現場での水の滞留時間が短い水域（河川）あるいは長い水域（池）に大別して比較したところ，河川での調査結果において一定の相関関係がみられた（Figure5）．

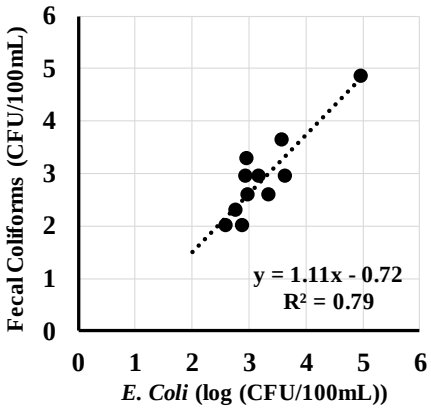

Figure2 *E. coli* vs. fecal coliforms

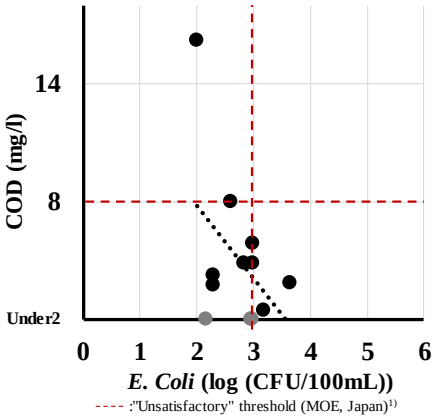

Figure3 *E. coli* vs. COD (Autumn – Winter)

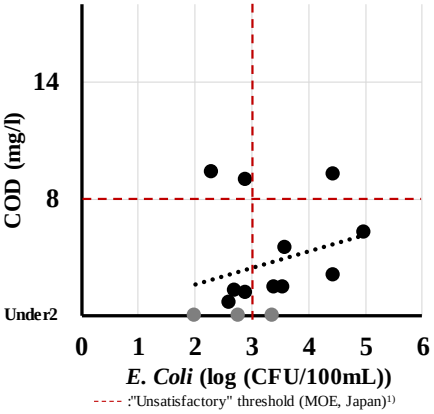

Figure4 *E. coli* vs. COD (Spring – Summer)

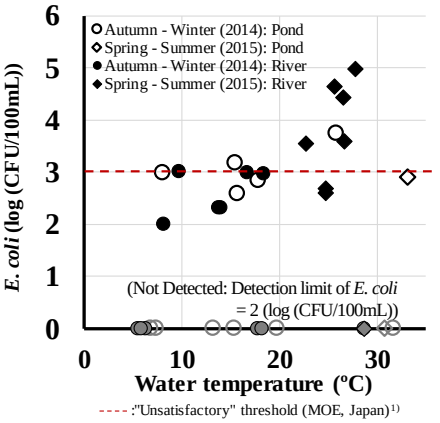

Figure5 Water temperature vs. *E. coli*

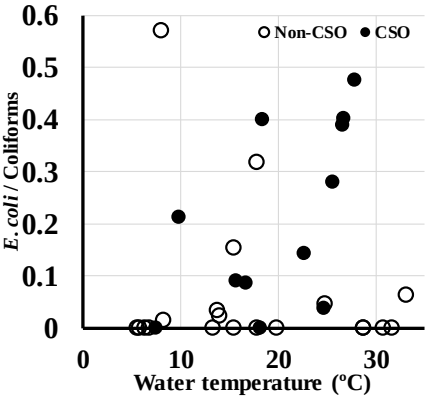

Figure6 Water temperature vs. (*E. coli* / coliforms) ratio

大腸菌数の動態に影響を与える要因について検討を行うため，大腸菌数と大腸菌群数の比率を算出した（Figure6）．この比率は，河川水で 5%程度，下水処理水流入後の河川水 7~9%，下水処理水 9~20%，流入下水 40%超えと報告されている [3]．本調査は親水域を対象としているが，比率が 20~40%以上を示す地点が数地点検出され，その地点の多くは合流式下水道越流（以下 CSO）由来の大腸菌が流入する可能性が考えられる地点であった．また，比率が高いが CSO の流入がないと判断される地点の多くは，犬の散歩や子供達の水遊びなどの利用や鳥類など多くの生物の生息が確認された．首都圏の親水域には，下水あるいは（もしくはかつ）水辺利用で直接排泄される糞便由来の大腸菌による強い影響を受ける地点が存在すること，そして，親水域の安全性と今後の対策を考えるうえで，上記の手法によって大腸菌の発生源を推定することが有益であることが示唆された．

４．まとめ

首都圏における水辺のべ 40 地点について，衛生学的視点からみた安全性に関する調査と解析を行い，以下の結果を得た．1) 公定法による糞便性大腸菌群数測定はシート培地による大腸菌数測定で代替し得る可能性が高い．2) COD と大腸菌の間には秋期～冬期と春期～夏期とで異なる一定の相関性が存在する可能性がある．3) 首都圏における親水域のいくつかは下水・糞便由来大腸菌による直接的な影響を受けており，対策のためには発生源推定が有益である．

参考文献

1) 環境庁 (1997) 水浴場水質判定基準. https://www.env.go.jp/press/file_view.php?serial=9796&hou_id=8527 (平成 27 年 9 月 30 日閲覧)
2) 和波ら (2013) 都内沿岸域における衛生指標細菌類の実態，東京都環境科学研究所年報, 16-24.
3) 和波ら (2010) 都内河川の大腸菌群数に関する研究(1) -多摩川の大腸菌群と大腸菌の挙動-，東京都環境科学研究所年報, 9-19.