

# コプロスタノール及び大腸菌を指標とした 徳島県内河川のふん便汚染についての水質評価

徳島県立保健製薬環境センター

山本 昇司・織田 まゆみ\*・犬伏 宏行

Evaluation of fecal pollution in riverwaters in Tokushima Pref. by using coprostanol and *E. coli* as indicators

Shoji YAMAMOTO, Mayumi ODA, and Hiroyuki INUBUSHI

Tokushima Prefectural Public Health, Pharmaceutical and Environmental Sciences Center

## 要 旨

徳島県内河川でふん便汚染の指標として、コプロスタノール及び大腸菌数の測定を行った。類型指定のされている水域についてはこれらの測定値は低く、ふん便汚染の程度は少ないと考えられた。類型指定のされていない中小河川については、測定値の高い地点が見られた。

Key words : コプロスタノール coprostanol , 大腸菌 *E.coli*

## I はじめに

公共用水域のふん便汚染の指標として、大腸菌群数の環境基準が設定され測定が行われているが、基準達成率は全国的に低い状況である<sup>1)</sup>。その原因としては、大腸菌群数のふん便汚染の指標性が乏しいことが指摘されている。

徳島県においても大腸菌群数の測定を行ってきているが、清澄な河川においても環境基準未達成など、ふん便汚染の状況を正しく評価できていたとは言い難い。

大腸菌は大腸菌群よりも指標性が高いとされており、水道水質基準ですでに平成16年から基準項目に変更されている。また、公共用水域の環境基準設定についても、現在環境省において検討が行われている。

コプロスタノールは、人畜のふん便中に排出されるステロールであり、しばしばふん便汚染の指標として使用されている<sup>2)</sup>。

今回、コプロスタノール及び大腸菌数等の測定を行い、県内河川のふん便汚染の状況について、再評価を行った結果を報告する。

## II 方法

### 1 調査地点及び調査時期

調査地点を図1及び図2に示した。図2は図1の囲み部分の拡大図である。

類型AAの大川橋、福原大橋、蔭谷橋及び吉野橋並びに類型Cの神代橋については、通年調査を行った。

### 2 試薬、培地等

#### (1) 大腸菌数、ふん便性大腸菌群数及び大腸菌群数

疎水性格子付きメンブランフィルター法にはNEOGEN社製ISO-GRIDシステムを使用し、培地は、大腸菌数及び大腸菌群数の同時測定にはCHROMagar製クロモアガー-ECCを、ふん便性大腸菌群数の測定にはDifco Laboratories製mFC Agarを使用した。

大腸菌群数の最確数による方法には、日本製薬製BGLB培地を使用した。

#### (2) コプロスタノール

コプロスタノール標準品及び内標準の5 $\alpha$ -コレスタンは、SIGMA-ALDRICH製のものを使用した。

\*現 東部保健福祉局

### III 結果及び考察

#### 1 大腸菌数等の通年調査

調査結果を表1に示した。大腸菌数とふん便性大腸菌群数はほぼ同じ値となった。大腸菌群数について、ECC培地法と公定法の測定値の相関係数は約0.5となった。大腸菌数等は春夏に高く、秋冬に低い傾向となった。

類型AAの全ての地点について、大腸菌群数の環境基準(50MPN/100mL)は超過することがほとんどであった。一方、大腸菌数及びふん便性大腸菌群数は低く、大腸菌数を大腸菌群数の環境基準にあてはめてみると、ほぼ基準を満たす結果となった。大腸菌群数に占める大腸菌数の割合は、類型AA地点では約2%、類型C地点では約9%と差が見られた。

平成25年12月の福原大橋と神代橋について、ECC培地法により大腸菌群と判定されたコロニーから任意の10コロニーを選択し、菌種の同定を行った結果を表2に示した。同定結果から大腸菌群に分類された数は、福原大橋では2と少なく、神代橋では8と多かった。

これらの結果から、類型AA地点のふん便汚染の可能性が低いこと、また、清澄な水質では大腸菌群による評価が困難であることが考えられた。

#### 2 大腸菌数及びコプロスタノール等の調査

調査結果を表3に示した。

鮎喰川の調査地点については、河川の上流(番号の小さい方)から下流(番号の大きい方)に沿って採水を行った。地点①については、ほぼ源流と変わらない程度に人為汚染のない地点と考えられる。地点②から④についても人口の少ない地点であり、人為汚染はほとんどないと考えられる。これらの地点はふん便汚染のないと考えられる地点として選定したが、大腸菌群数の類型AAの環境基準と比較すると環境基準超過となった。一方大腸菌数及びコプロスタノールは低い値であり、清澄な水質に対してのふん便汚染の評価に有用であると考えられた。

類型AA地点についても同様に、大腸菌群数の環境基準は超過する地点があるのに対して、大腸菌数及びコプロスタノールは低く、ふん便汚染の可能性は低いと考えられた。

その他のタイプの地点または類型指定のされていない地点については、測定値は様々であるが、汚濁に占める生活排水の割合の高いと考えられる地点が高い値となる傾向にあった。

大腸菌数の最も高かったのは冷田橋の7700MPN/100mLであるが、大腸菌群数も最も高い値であり、コプロスタノールも2番目に高い値であった。

コプロスタノールが最も高かったのは山城橋の14000ng/Lであるが、大腸菌数は10MPN/100mLと非常に少なかった。この地点の近くには下水処理施設があることから、下水処理前

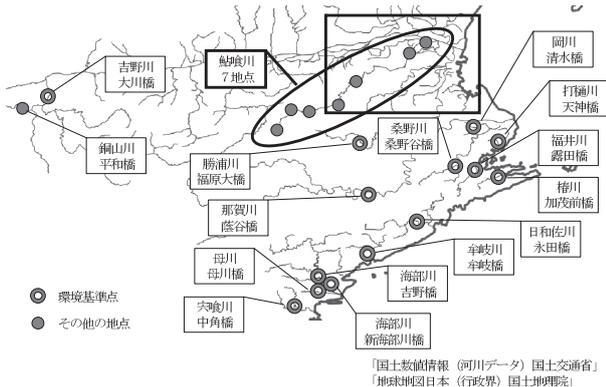


図1 調査地点 (全体図)

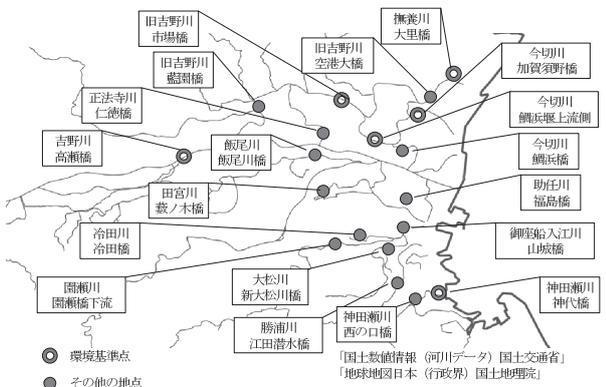


図2 調査地点 (県東部詳細)

### 3 測定方法

#### (1) 大腸菌数、ふん便性大腸菌群数及び大腸菌群数

大腸菌数及び大腸菌群数の同時測定(ECC培地法)は、環水大発第110324001号の別添2の疎水性格子付きメンブランフィルター法(HGMF法)で行った。ふん便性大腸菌群数の測定(m-FC培地法)は、水浴場水質判定基準によるHGMF法で行った。公定法による大腸菌群数の測定は昭和46年12月28日環境庁告示59号の最確数による定量法で行った。

また、菌種の同定には、日本製薬製EB-20「ニッスイ」を使用した。

#### (2) コプロスタノール

高橋<sup>3)</sup>の報告により前処理を行い、GC-MSで以下の条件により測定した。

- カラム : HP-5MS 30m×0.25mm(内径)×0.25μm(膜厚)
- 注入口温度 : 250℃
- オープン温度 : 50℃(2分)~30℃/分~300℃(10分)
- イオン源温度 : 250℃
- コプロスタノール : 定量イオン 215 確認イオン 233
- 5α-コレスタン : 定量イオン 358

表1 大腸菌数等の通年調査結果

地点	測定月	大腸菌数 (MPN/100mL)	ふん便性 大腸菌群数 (MPN/100mL)	大腸菌群数 (MPN/100mL)	大腸菌群数 (MPN/100mL)
		ECC培地法	m-FC培地法	ECC培地法	公定法
吉野川 大川橋 類型AA	H24.6	8	10	140	110
	H24.9	29	33	1800	790
	H24.12	5	4	160	79
	H25.3	4	3	75	110
	H25.6	33	1	240	280
	H25.9	17	17	2200	1100
	H25.12	3	23	110	220
勝浦川 福原大橋 類型AA	H26.3	19	5	62	49
	H24.6	6	6	340	130
	H24.9	27	27	2500	790
	H24.12	<1	1	52	23
	H25.3	<1	<1	7	11
	H25.6	3	5	160	130
那賀川 藤谷橋 類型AA	H25.9	2	5	730	3300
	H25.12	2	<1	44	130
	H26.3	3	<1	52	33
	H24.6	140	130	2300	260
海部川 吉野橋 類型AA	H24.9	18	21	1500	330
	H24.12	<1	3	160	280
	H25.3	<1	<1	12	26
神田瀬川 神代橋 類型C	H24.6	1	2	140	110
	H24.9	1	6	72	110
	H24.12	<1	1	45	70
	H25.3	1	1	34	39
	H24.6	2700	5100	39000	24000
	H24.9	3600	4100	20000	11000
	H24.12	1500	1700	7200	7900
大腸菌群	H25.3	600	200	1600	17000
	H25.6	769	80	12000	7900
	H25.9	321	200	27000	79000
	H25.12	20	524	540	1300
	H26.3	600	100	3200	1600

表2 菌種の同定結果

分類	菌種	福原大橋	神代橋
大腸菌群	<i>Citrobacter freundii</i>	1	
	<i>Enterobacter aerogenes</i>		1
	<i>Enterobacter amnigenus</i>		1
	<i>Enterobacter cloacae</i>		3
	<i>Klebsiella oxytoca</i>		1
	<i>Klebsiella pneumoniae</i>		2
	<i>Kluyvera cryocrescens</i>	1	
大腸菌群以外	<i>Serratia liquefaciens</i>	1	1
	<i>Serratia marcescens</i>	1	
	同定不能	6	1

表3 大腸菌数及びコプロスタノール等の調査結果

	大腸菌数 (MPN/100mL)	大腸菌群数 (ECC培地法) (MPN/100mL)	ふん便性 大腸菌群数 (MPN/100mL)	大腸菌群数 (公定法) (MPN/100mL)	コプロ スタノール (ng/L)	類型
大川橋	3	110	23	220	4	AA
福原大橋	2	45	0	130	0	AA
藤谷橋	0	6	0	23	37	AA
吉野橋	0	15	0	6,8	0	AA
江田潜水橋	2	70	3	170	9	A
藤原橋	69	4400	130	13000	82	A
高瀬橋	78	7300	95	7900	37	A
空橋大橋	220	33000	60	13000	110	A
市橋橋	24	720	16	790	110	A
森野谷橋	1	74	3	70	170	A
新海部川橋	18	130	23	79	12	A
永田橋	0	200	0	130	2	A
牟岐橋	0	100	2	11	0	A
露田橋(六百橋上流)	4	800	0	110	51	A
加茂前橋	22	190	4	220	160	A
中倉橋	14	350	8	79	21	A
母川橋	24	280	26	49	11	A
大里橋	43	2400	37	330	69	B
龍治橋	250	14000	230	28000	130	B
加賀野野橋	2	95	0	49	120	B
澗水橋(文化橋上流)	430	4600	83	2200	850	B
百の口橋	1000	3500	710	24000	1600	C
神代橋	20	540	40	1300	590	C
鱒沼堰上流	230	18000	130	7900	130	C
天神橋	155	1800	90	540	2400	C
鮎川(1)	1	130	15	49	0	なし
鮎川(2)	8	420	8	330	0	なし
鮎川(3)	8	940	12	490	9	なし
鮎川(4)	15	1160	15	460	0	なし
鮎川(5)	9	670	8	330	10	なし
鮎川(6)	8	350	9	330	8	なし
鮎川(7)	10	1100	17	1100	32	なし
亞和橋	15	390	11	490	54	なし
福島橋	290	2900	290	2200	270	なし
園瀬橋下流	30	1800	30	330	49	なし
新大松川橋	110	1500	78	2300	620	なし
山城橋	10	230	2	330	14000	なし
冷田橋	7700	90000	4400	220000	4100	なし
藪ノ木橋	2100	10000	2600	4900	3000	なし
藪原川橋	170	6100	110	4900	1300	なし
仁徳橋	470	5800	620	4600	2300	なし

のコプロスタノール濃度が非常に高いため、生物処理しきれず放流されたものが多く検出されたこと、また、放流前に滅菌処理が行われたため大腸菌が少なかったことが原因と考えられた。

#### IV まとめ

大腸菌数及びコプロスタノールを指標とすることで、県内河川のふん便汚染を的確に評価することができた。その結果、類型指定のされている水域については、ふん便汚染の程度は少なく、生活環境は保全されていると考えられた。類型指定のされていない中小河川のなかには、ある程度ふん便汚染の可能性があると考えられる地点が見られた。

#### 参考文献

- 1) 環境省：平成24年度公共用水域水質測定結果
- 2) 立川涼、伊藤治郎、脇本忠明(1977)：水中コプロスタノールおよびコレステロールの多重イオン検出器を備えたガスクロマトグラフ質量分析計(GC-MS-MID)による定量法、日本農芸化学会誌、51、315-320
- 3) 高橋基之(1993)：糞便汚染指標としてのコプロスタノールに関する研究 その1.コプロスタノールの水溶解度、埼玉県公害センター研究報告、20、45-49