

## 生活雑排水における食品由来のCOD・BOD 負荷量の調査研究

### The Research for Treatment of Gray Water — Loading of COD, BOD from Foods —

山田 健二郎	Kenjiro	YAMADA
林 久 緒	Hisao	HAYASHI
吉川 サナエ	Sanae	YOSHIKAWA
鈴木 勲	Isao	SUZUKI

#### 1 緒 言

川崎市には、多摩川水系6河川と鶴見川水系8河川の計14河川がある<sup>1)</sup>。これらの市内河川の水質をBODで比較した場合、多摩川および鶴見川の環境基準に準拠した適合率は18.2%と非常に低い<sup>2)</sup>。また、市内河川に対する市民の認識としては、7～8割の市民が河川は汚れていると感じている<sup>3) 4)</sup>。この汚れの主原因は、家庭から排出される生活雑排水である。そこで、川崎市としては河川浄化の主施策として、下水道の整備および普及に重点を置いてきている<sup>5)</sup>。昭和38年度から進められてきた下水道の整備が昭和61年度には54.4%にまで達したものの<sup>6)</sup>、市内河川の汚れは10年前とほとんど変わっていない。これは、市内河川が市の内陸部および丘陵部に存在しているのに対して、下水道は市南部の川崎区を中心として整備普及がなされてきたためである。さらに、市内の内陸部を処理区域とした等々力処理場における下水道への接続率が半数の48.6%と低く、これも河川の汚れが改善されない大きな要因となっている。このように、市の内陸部および丘陵部における早期の下水道普及および下水道への接続が期待できない状況において、下水道の普及していない地域では家庭から排出される食べかすや生ゴミなどをできるだけ少なくし、また下水道の普及している地域では下水管への接続を速やかに行うなどの市民の協力が河川の浄化には不可欠である。

そこで、生活雑排水の汚濁負荷の由来を知り、併せて河川浄化に対する市民意識の高揚を図るた

めの一資料とするために調査研究を実施した。

#### 2 調査方法

##### 2.1 調査期間

調査は昭和62年5月～63年6月に実施した。

##### 2.2 調査対象及び分析方法

生活雑排水の中で混入の頻度の多いと思われる炊飯水、米の研ぎ汁、調理品、調味料、し好品についてCOD及びBOD実態並びにモデル家庭の台所から排水されるBOD量を算出した。

COD及びBODについてJIS K 0102に従って分析した。BODについては、すべて植種を行った。植種液としては、天ぷら油では土壌抽出液を用い、その他の食品については市内河川水を用いた。

##### 2.3 実験方法

###### (1) 炊飯米による水質の経日変化

20ℓのステンレス容器2個を用意し、一方の容器に対象として蒸留水20ℓを入れ、他方に市内河川水20ℓを入れて両者の違いについて調べた。さらに、それぞれの容器に炊飯米300g(茶碗2杯に相当)を入れ、室温状態(約25～30℃)で河川の流れを想定して連続31日間ポンプによって循環させ、モデル河川とした。なお、実験期間中はばっ気等の操作は行わなかった。この間、0.5、10、20、31日目の計5回について両者のCODおよびBODを分析して経日変化を調べた。

② 米研ぎ汁のCOD, BOD

3合(450g)の米を水500mlずつで4回研ぎ、その研ぎ汁の1回目、4回目および全量についてCOD, BODを分析した。

③ 食品のCOD, BOD

調理品13品目、調味料9品目及び嗜好品7品目の計29品目についてCOD, BODを分析した。なお、固形物食品については表3に示すように水で溶かして試料とした。

3 結果

3.1 炊飯米による水質の経日変化

家庭の台所から食べかすや生ゴミなどの固形物が河川に排出された場合、河川内で溶解したり、微生物等によって分解されて河川汚濁の原因となると考えられる。そこで、本実験では河川水を想

表1 炊飯米による水質の経日変化調査結果

		単位: mg/l				
	項目	0日目	5日目	10日目	25日目	31日目
蒸留水	COD	130	290	820	530	430
	BOD	230	470	840	200	150
河川水	COD	52	920	370	280	190
	BOD	96	850	1000	510	250

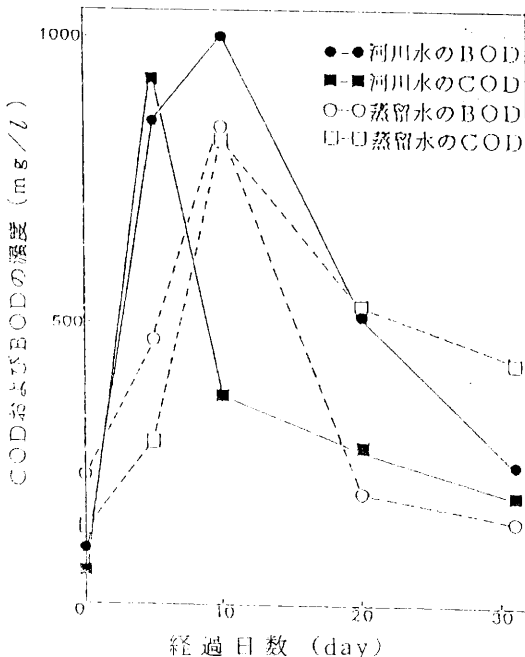


図1 炊飯米による水質の経日変化

定した実験の中で炊飯米が溶解および分解して水質に及ぼす影響を有機汚濁指標であるCOD, BODで調べた。その結果を表1および図1に示す。

3.2 米研ぎ汁のCOD, BOD

米研ぎ汁のCODおよびBODを分析した結果を表2に示す。ただし、米研ぎ汁の濃度は研ぎ方によって異なるため、ここでは1例として3合(450g)の米を水500mlずつで4回研いだ場合の結果を示す。

表2 米研ぎ汁のCOD, BOD分析結果

		単位: mg/l		
		第1回目	第4回目	全量混合
COD		2700	94	890
BOD		4000	110	1200

(条件; 米450g, 水500mlで4回研いだもの)

3.3 食品のCOD, BOD

調理品、調味料および嗜好品の計29品目についてCOD, BODを分析した結果およびBOD/CODの比を表3に示す。

4 考察

4.1 炊飯米による水質の経日変化

固形物の1例として炊飯米を選び、河川水の中で挙動を調べた。表1および図1の結果から、以下のことがわかった。まず、河川水と蒸留水の結果を比較すると河川水のCOD, BOD濃度は蒸留水の濃度よりも高く、しかも短時間でピークに達した。このことは、炊飯米の分解に河川水中の微生物が関与したものと考えられる。次に、炊飯米による水質は混入時に比べ5日~10日目で10倍以上高いCOD, BOD濃度を示し、30日以上経過しても依然として高い濃度を示した。これは、モデル実験において積極的なばっ気を行わなかったために、モデル河川水が好気状態から嫌気状態に変化し30日以上経過しても炊飯米が十分に分解されきれず、高いCOD, BOD濃度を示したものと考えられる。実際、20日以降は嫌気状態を示すようにヨーグルト臭を発していた。このことから、前半の15日間は好気状態の河川が想定され、後半は嫌気状態の河川が想定される。すなわち、

表3 食品のCOD, BOD分析結果

分類	品目	試料の処理	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	BOD/COD
調理品	カレー粉	レトルトカレー4.9g/l	80000 (mg/kg)	86000 (mg/kg)	1.1
	カレーライス	カレー+ライス15g/l	80000 (mg/kg)	80000 (mg/kg)	1.0
	ポテトサラダ	1g/100ml	86000 (mg/kg)	290000 (mg/kg)	3.4
	魚の煮汁	カレイの煮汁	80000	110000	1.4
	みそ汁	インスタント	17000	30000	1.8
	みそラーメンつゆ	インスタント	27000	38000	1.4
	しょうゆラーメンつゆ	インスタント	24000	27000	1.1
	しょうゆラーメンつゆ	出前食品	9000	21000	2.3
	かけそばつゆ	出前食品	30000	44000	1.5
	もりそばつゆ	出前食品	84000	79000	0.94
	力そばつゆ	出前食品	52000	50000	0.96
	天ぷらそばつゆ	インスタント	21000	27000	1.3
	ひやむぎゆで汁		3600	6400	1.8
調味料	砂糖(上白糖)	1g/100ml	720000 (mg/kg)	780000 (mg/kg)	1.1
	ぬかみそ	1g/100ml	38000 (mg/kg)	70000 (mg/kg)	1.8
	中濃ソース(d=1.1)	1.1g/100ml	210000(原液)	260000(原液)	1.2
	ウスターソース(d=1.0)	1.3g/100ml	170000(原液)	220000(原液)	1.3
	マヨネーズ(d=1.0)	0.18g/100ml	180000(原液)	890000(原液)	4.9
	しょう油(濃い口)		10000	16000	1.6
	みりん		460000	500000	1.1
	トマトケチャップ(d=1.0)	1g/100ml	220000(原液)	240000(原液)	1.1
	天ぷら油		98000	310000	3.2
	嗜好品	ケーキバター	1g/100ml	110000 (mg/kg)	270000 (mg/kg)
粉茶(茶殻)		1g/100ml	210	190	0.90
日本酒2級			98000	230000	2.3
ウイスキー2級			160000	500000	3.1
特級			180000	580000	3.2
牛乳			5000	15000	3.0
コーヒー		インスタントコーヒー2g, クリープ 3.5g, 砂糖7.5g/100ml	49000	54000	1.1

固形物が河川に流入した場合、好気状態の河川では嫌気状態の河川よりも早く分解が進むものと考えられるが、何れにしても固形物による河川汚濁は一時的なものではなく、固形物が存在する間連続的に汚濁に寄与していることがわかった。したがって、少量であっても固形物を河川水中に放出することは、河川汚濁に及ぼす影響が大きいため避けなければならない。

#### 4.2 米研ぎ汁のCOD, BOD

表2の結果から、1回目の米研ぎ汁のCOD, BOD濃度が4回目の濃度よりそれぞれ約30倍、40倍も高いことがわかった。そこで、負荷量により計算をすると、米研ぎ汁のうち1回目の研ぎ汁を処理するだけでも、米研ぎ汁全体の8割以上が処理されることになる。このことから、1回目の米研ぎ汁については、植木や植物の肥料として活用するなどの工夫が河川汚濁防止の一助になるものと考えられる。

## 4.3 食品のCOD, BOD

表3に示した食品29品目のCOD, BODについて特徴を以下に示す。

## ① 性状別比較

固形物食品では、砂糖が高い濃度を示し、砂糖1kg当りのCODは720,000mg, BODは780,000mgであった。また、液状食品ではマヨネーズが高い濃度を示し、CODが180,000 mg/l, BODが890,000 mg/lであった。その他、酒類、みりん、天ぷら油、ソース、ケチャップ等が高いCOD, BOD濃度を示した。

## ② 食品のBOD/CODの比較

食品29品目のBOD/CODの比を比較すると、範囲が0.9～4.9及び平均値が1.8であった。

この比が高かったのは、マヨネーズの4.9、

ポテトサラダの3.4、天ぷら油、ウイスキーの3.2であった。これらの食品は、有機質が多いため、CODでは十分に酸化分解しきれず、微生物による分解のほうが進められたものと考えられる。

## 4.4 一般家庭の食生活モデルから排出されるBOD負荷量の算定

ここでは、ある家庭の一日の食生活をモデルにして、そこから河川に排出されるBOD負荷量および濃度を、測定実験結果から文献値を利用して算出してみた。

## ① 周辺状況

モデル家庭の周辺では下水道がまだ普及していないために、近くを流れる河川に生活雑排水

表4 ある家庭の食事メニューとBOD負荷量

	メニュー	調査品目および排出量	BOD負荷量(mg)*
朝食	① ご飯	① 残飯 5g × 4 米研ぎ水 (3合)2ℓ	130 2400
	② 煮魚	② 魚の煮汁 100ml	11000
	③ 玉子焼き	③ 天ぷら油 10ml トマトケチャップ 4g × 4	3100 4300
	④ 野菜サラダ	④ マヨネーズ 2g × 4	7100
	⑤ 自家製漬物	⑤ むかみそ 10g	700
	⑥ みそ汁	⑥ みそ汁 10ml × 4	1200
	⑦ お茶	⑦ 茶殻 5g	95
	⑧ 牛乳	⑧ 牛乳 10ml × 2	300
昼食	① もりそば	① もりそばつゆ 100ml × 4	32000
	② 天ぷら	② 天ぷら油 100ml 醤油 5ml × 4	31000 320
	③ お茶	③ 茶殻 5g	95
おやつ	① ショートケーキ	① 生クリーム 2g × 4	2200
	② コーヒー	② コーヒー 5ml × 4	1100
夕食	① カレーライス	① カレーライス 15g × 4	4800
	② ポテトサラダ	② ポテトサラダ 2g × 4	2300
	③ トンカツ	③ 天ぷら油 100ml 中濃ソース 4g × 4	31000 3800
	④ ウイスキー	④ ウイスキー2級 10ml × 2	10000

\*メニュー及び排出量を第2項及び第3項のように設定し、表3の実験値を応用して負荷量を算出した。

合計 149000 mg

を流している。

② 家族構成

モデル家庭の家族構成は標準的な4人家族とした。

③ 食事のメニューとBOD負荷量

モデル家庭の食事メニューとそれらのBOD負荷量を表4に示す。

BOD負荷量の合計は、149,000mgである。一般的に、4人家族の家庭で一日に使用される水量は約800ℓ（浴用水、洗面水等を含む）と言われており<sup>7) 8) 9)</sup>、これからこのモデル家庭の台所から排出されるBOD値を算出すると186mg/ℓとなる。

川崎市内を流れる多摩川及び鶴見川的环境基準はC、D、Eの3類型にわかれているが、魚が住むためにはBOD濃度としてはC類型の5mg/ℓ以下であることが望ましい。そこで、このモデル家庭から排水をこの環境基準に適合する状態にするためにはきれいな水で37.2倍希釈しなければならない。すなわち、単純に計算すると30m<sup>3</sup>の希釈水量を必要とする。これは、標準家庭のほぼ1月分の水道使用量に相当する。

## 5. まとめ

以上のことから、生活雑排水が河川に排出された場合に、河川を汚濁する状況が明かになった。特に、炊飯米のような固形物が河川に流入した場合には、長期間にわたって河川を汚濁することがわかった。そこで、河川汚濁を防止するためには、一方で下水道の早急な整備および普及を行い、他方では本調査結果から判明した魚の煮汁、そばつゆ、天ぷら油等のBOD負荷量の大きい食品についてだけでも河川に排出しないように、市民一人ひとりが努力していく必要があると思われる。

## 参考文献

- 1) 川崎市土木局河川部, 川崎市河川図, 昭和62年3月
- 2) 川崎市環境保全局公害部水質課, 水質年報, P 6, 昭和61年度(1987)
- 3) 川崎市環境保全局公害部水質課, 多摩川水系水質管理計画策定事業調査報告書, P 15~17, (1986)

- 4) 川崎市環境保全局公害部水質課, 鶴見川水系水質管理計画策定事業調査報告書, P 17~20, (1987)
- 5) 川崎市企画調整局, 2001かわさきプラン, P 98~110, (1983)
- 6) 川崎市下水道局, 下水道事業統計, 昭和61年度(1988)
- 7) 山浦源太郎他, トレンチによるし尿浄化槽放流水および生活雑排水の土壌処理, 用水と廃水, Vol. 26, No. 4, P 21
- 8) 並木渉, 埼玉県所沢市における雑排水対策, 用水と廃水, Vol. 27, No. 1, P 45
- 9) 松井優美他, 家庭雑排水の汚濁負荷原単位, 用水と廃水, Vol. 29, No. 2, P 144~149