

流域圏での都市活動に起因する 有機物循環にかかる負荷発生の変化分析 —武庫川流域圏におけるケーススタディー—

盛岡通¹・藤田壮²・岡寺智大³

¹正会員 工博 大阪大学大学院教授 工学研究科環境工学専攻 (〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2-1)

²正会員 工博 東洋大学教授 工学部環境建設学科 (〒350-8585 川越市鯨井2100)

³正会員 工博 独立行政法人国立環境研究所 (〒305-8506 茨城県つくば市小野川16-2)

武庫川流域を対象に有機物循環の70年代と2000年との2時点比較を行い、ついで、①人口の増加、②家計からの排出強度の変化、③インフラの整備、④産業の生産増加、⑤産業からの排出強度の変化という活動要因による有機廃棄物の変化を評価した。その結果、武庫川流域では流域下水道が有機廃棄物の増加の大きな要因となっている反面、人口と家計からの排出強度は有機廃棄物を減少させていることが明らかになった。又、中流域、下流域では流域下水道整備が有機廃棄物の大きな増加要因となっているが、上流域では人口増加が増加の主要な要因となっていることも明らかとなった。

Key Words : basin, urbanization, organic waste, biomass, material flow analysis

1. はじめに

(1) 研究の背景と目的

都市活動は流域圏の物質循環に影響を与える重要な要素であり、自然共生型の流域圏を実現するには、流域圏のスケールで都市の活動に伴う水循環と物質循環を健全なものに転換することが不可欠である。

都市への人口、産業の集中は効率的な生産活動を可能とし、社会経済的な便益をもたらす。その一方で、汚濁負荷の増大や土地利用の変化に伴い流域の自然環境基盤の劣化を促す。こうした問題に対して、流域下水道などの処理インフラを整備し、エンドオブパイプ型対策が、一定の成果をあげてきた。しかしながら、末端での対策は部分最適をもたらしており、下水処理に伴う廃棄物の増加を招いている。そこで、末端での対策のみならず、流域の自然環境への圧力となる環境負荷を排出しない低環境負荷型の施策や、廃棄物として自然環境へ放出されている物質を再資源化する循環型の都市活動に転換することなどの、流域環境の圧力を低減する施策が重要となる。

産業・都市活動を通じて、多様な形態で有機系物質が流域内外から流域圏に投入され、消費利用の後、原則的に流域に排出されている。流域圏で発生する有機系排出は、汚水と固形廃棄物にかかわらず、最終的には焼却に伴い気化放出される有機物、焼却残渣として残る固形有機物のいずれかの形態で環境に排出される。さらに汚水については処理水の水溶性の有機物が流域圏に排出される。流域圏における下

水道の整備は、圏域への水溶性の汚濁負荷を排除してきた一方で、処理に伴い発生する下水汚泥を廃棄物として、流域内外で焼却、埋立処分してきた。流域系全体のフレームでは、水中の負荷を取り出すことで新たな環境負荷を生み出すトレードオフの構造が生まれていた。

流域圏のマネジメントでは、都市、農村等の廃水および固形廃棄物を総合的に管理することの重要性が国際的にも認知されている¹⁾。しかし、わが国の流域圏では廃水と固形廃棄物の管理は個別の主体によってなされており、統合的に適用されていないのが現状である。いわゆる縦割りの意思決定の行政システムの制約に加えて、廃水と固形廃棄物を統合的にマネジメントすることの具体的な環境効果を評価する枠組みが用意されていないことがその大きな理由の一つであった。

流域圏の環境マネジメントでは、水系と陸域系の個別の環境影響を見るのではなく、その統合的な評価が必要であり、それに基づく管理の枠組みの構築が重要となる。

そこで、本研究では都市活動から発生する有機系の物質フローに注目して、流域圏における都市化や産業化などの数十年にわたる社会システムの変化が流域圏の有機系の物質循環に与える影響の分析をおこなう。都市活動に伴って発生する有機系排出としては、食品加工残渣や厨芥等の固形廃棄物と汚水の処理にともない発生する廃棄物を対象とする。これら都市の固形の廃棄物に加えて、下水起因の有機系排出を合わせて、流域圏の物質フローを算定するこ

とによって、物質の廃棄物マネジメントと下水道システムをあわせて流域圏の物質循環と水循環を統合的に制御する政策を志向する。

(2) 本稿の構成

本稿は次の構成を持つ。第一に有機物物質フローを算定し、その循環特性を計測するための算定プロセスを構築する。本稿では林業、農業、畜産業、食品製造業、食品流通業、家計、都市緑地の7つの部門を対象とし、各部門ごとに、有機物投入量および有機廃棄物の排出量の算定を行った。第二に、兵庫県の武庫川流域をケーススタディの対象として取り上げて、下流で都市部から上流域へ郊外化が進展した前後、1970年代と2000年についての物質フローの比較分析を行う。算定結果をもとに、武庫川流域における有機物のマテリアルフローを描く。第三に、有機系排出量を乾燥重量に換算して、武庫川上流域、中流域、下流域ごとの排出特性の分析を行い、武庫川流域圏での環境マネジメントのあり方を検討した。

2. 武庫川流域における有機物投入量と有機廃棄物発生量の算定

(1) 武庫川流域の概要

武庫川流域は兵庫県の東部に位置する流域面積500km²、流路延長260kmの本川と45の支川・小支川からなる二級河川で、兵庫県(6市1区1町)と大阪府(1町)にまたがっている²。

武庫川流域は上下流に1箇所ずつ流域下水道が整備されており、1976年に武庫川下流域下水道が、1985年に武庫川上流域下水道が供用開始されている。また処理に伴い発生する下水汚泥(生汚泥)は下流に位置する兵庫東エースセンター(1989年供用開始)で、焼却処理されている³。さらに尼崎沖の

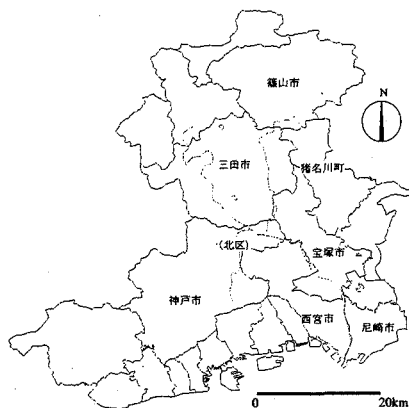


図-1 武庫川流域と行政界

広域最終処分場フェニックスに近接しており、廃棄物の多くは焼却、埋立て処分され、有機廃棄物は可燃ゴミ(混合ゴミ)として焼却されている。

(2) 地域区分の設定

武庫川流域は上、下流が明確に区分されており、流域下水道の処理区域を基準に、下流域は尼崎市、西宮市、伊丹市、宝塚市、上流域は北区(神戸市)、三田市、篠山市、猪名川町で構成されるものとする(表-1)。更に下流域の4市の内、伊丹市、宝塚市は流域下水道が整備される以前は下水処理がなされておらず、流域整備下水道の整備前後での構造が大きく変化していることから、南部の尼崎市、西宮市と区分する。

表-1 地域区分

区分	対象都市
上流	北区(神戸市)、篠山市、三田市、猪名川町
中流	伊丹市、宝塚市
下流	尼崎市、西宮市

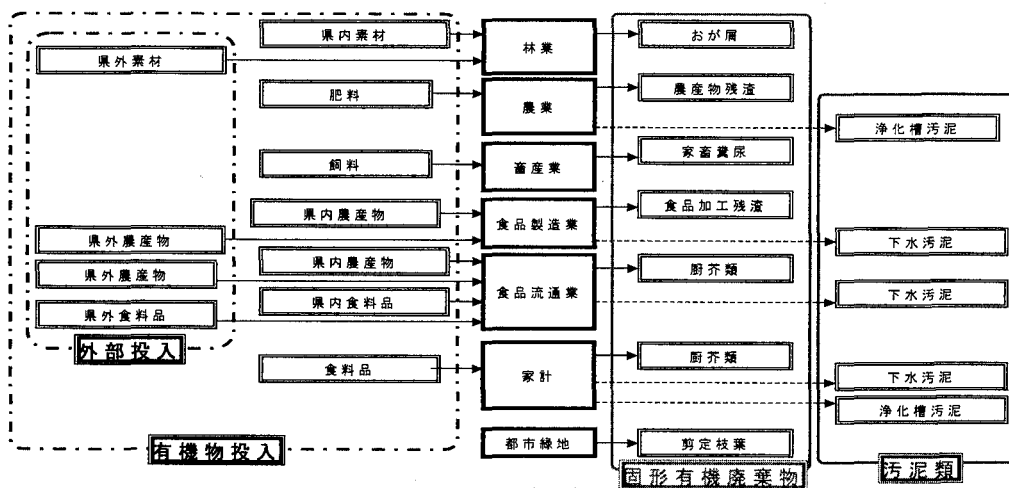
(3) 算定する部門と有機物バウンダリーの設定

有機廃棄物特性^{4,5}をもとに、対象とする生産部門の設定を行った。有機廃棄物は污水处理に伴う有機系排出としての汚泥類と、生産-消費活動に伴い発生する固形有機性廃棄物に分類する。更に固形有機廃棄物は食品由来の食品廃棄物、農畜産業などの農村に由来する農系廃棄物、林業や公園緑地からの木質系廃棄物に分類した。本研究では①農業、②畜産業、③食品製造業、④食品流通業、⑤家計、⑥林業、⑦都市緑地の7部門を設定した。

各部門の投入、排出の対象となる有機物を図-2に示す。投入される有機物として、素材、肥料、飼料、農産物、食料品を算定の対象とする。また林業に投入される素材及び食品産業へ投入される農産物及び食料品については、流域内外で区分し、算定では兵庫県外からの投入量を流域外からの投入量とした。

有機廃棄物は固形有機廃棄物と汚泥類に分類し、固形有機廃棄物はおが屑、農産物残渣、食品加工残渣、厨芥類、剪定枝葉とし、汚泥類は下水汚泥と浄化槽汚泥とする。また汚水あるいは処理水として、排水とともに排出される有機系負荷物質(炭素、窒素、リン)については、本稿においては算定の対象としていない。

また、流域圏へ投入される物質は全て潜在的な廃棄される可能性があるという視点から、有機物投入量及び有機廃棄物発生量を重量単位で算定を行う。投入量に関してはデータ上の制約から乾燥重量への換算を行っていないが、廃棄物に関しては性状の違いを考慮して、含水率をから乾燥重量換算を行う。尚、本分析では廃棄物の発生に着目しているため、LCAで用いられる炭素換算の算定までは行っていない。ただし環境省のガイドライン⁶の枠組み等を適用することで、炭素換算への展開は可能と考えられる。さらに有機物の総量のマテリアルフローをもとに、炭素や栄養塩等量に換算することによって流域単位での資源循環の貯存量を算定することも可能で



- 259 -

入額を求める。食料品の移輸入額を平均重量価格で除して、食品流通業への食料品の移輸入量を算定する。なお、実際の算定では食品小売業のみを対象とした。

g)食品流通業への県内からの有機物投入量の算定

県内で生産された農産物および食料品は食品流通業へ投入される。農産物の場合、県内の農産物出荷量に移輸出率を乗じて県外に移輸出される量を推計し、県内農産物出荷量からの移輸出分を減ずることで、農産物の県内流通量を求める。ついで、県内流通量に農業から食品産業への投入係数を乗じ、食品産業への投入量を推計する。食品産業は食品製造業と食品流通業のみと仮定し、食品製造業出荷額と食品流通業販売額の割合に応じて、各部門へ配分し、食品流通業へ投入される県内農産物量を算定する。これに食品流通業販売額の市区町別割合²¹を乗じ、県内農産物の市区町別の有機物投入量が求まる。

食料品では、食品製造業出荷額に移輸出率を乗じて、移輸出量を推計し、食品製造業出荷額から移輸出分を減じて、食料品の県内流通額を算定する。ついで、県内流通量に食品産業部門内部への投入係数²²を乗ずることにより、流通額のうち食品流通業への投入額を推計する。食品流通業の投入額を平均重量価格で除して、県内食料品の投入量を算定する。

h)家計への有機物投入量の算定

世帯数²³に一世帯当りの食品年間消費数量²⁴を乗じて、家計への食料品投入量を算定する。

(5) 固形有機廃棄物の算定

a)農産物残渣の算定

穀類、野菜等の生産段階で生じる残渣で、粉殻、出荷されない野菜類(以下廃棄野菜)を算定する。まず稲、麦、野菜の耕作面積²⁵に面積当りの収量²⁶を乗じて収穫量を求め、収穫量当りの残渣発生率から、農作物残渣排出量を算定する。本算定では統計及び研究報告^{27, 28}をもとに残渣発生率を25%と設定した。

b)家畜糞尿の算定

家畜家禽の排泄物は、家畜頭数²⁹に1頭あたりの家畜糞尿排出量を乗じることによって求める。家畜としては牛、豚、鶏、ブロイラーの4種を対象とし、表-4に家畜種類ごとの1頭あたりの排泄物原単位を示す。

表-4 家畜1頭あたりの排泄物³⁰

	家畜糞尿 Kg/日/頭羽
乳用牛	48.1
肉用牛	25.4
豚	6.3
採卵鶏	0.121
ブロイラー	0.13

c)食品廃棄物の算定

食品製造業、食品流通業、家計部門からで排出される有機廃棄物を以下の手順で算定する。

食品製造業からの有機廃棄物は食品製造業出荷額³¹を、食品の重量平均価格³²で除し、食料品の出荷量を求め、それに食品ロス率³³を乗じて求める。

食品流通業からの有機廃棄物は、事業系一般廃棄物発生量³⁴から推計する。事業系一般廃棄物は工業以外の商業系の活動から排出されるものとみなし、商業統計表³⁵から商業全販売額に占める食品流通業の割合を求め、食品流通業の一般廃棄物発生量を得る。これに一般廃棄物に占める有機成分の割合³⁶を乗じ、食品流通業からの有機廃棄物を算定する。なお、実際の算定にあたっては食品小売業のみを対象とした。

家計からの有機廃棄物は、家庭系一般廃棄物発生量³⁷に有機成分の割合³⁸を乗じて算定する。なお、推計に用いた有機成分の割合には大阪市のデータに関西圏の代表的なデータであると仮定して、算定に用いた。

d)木質系廃棄物の算定

製材の副産物であるおが屑と、公園緑地、街路樹からの剪定枝葉を対象して、木質系廃棄物を算定する。おが屑は素材から製材へと加工する段階で発生する副産物であるため、素材入荷量³⁹におが屑発生率⁴⁰を乗じて算定する。剪定枝葉は事業系一般廃棄物として計画収集・処理されており⁴¹、事業系一般廃棄物に木材成分の割合⁴²を乗ずることにより算定する。なお、推計に用いた木材成分の割合は、大阪市のデータで代替した。

(6) 汚泥類の算定

下水汚泥発生量を下水道への污水投入量(以下下水投入量)に占める部門別割合で市区町別に配分する。以下に算定の手順を示す。

①下水汚泥発生量の算定

下水汚泥排出量は処理区毎に整備されており⁴³、まず市区町単位での下水汚泥排出量の算定が必要となる。下水道には1市町で整備されている単独公共下水道と、複数の市町で一体的に整備される流域下水道があり、種類により処理区のスケールが異なる。

単独公共下水道は1市町内で整備されているため、同処理区における汚泥発生量は、市町別の下水汚泥排出量として扱う。流域下水道は複数の市町にわたり整備されているため、市区町別に整備されている流域関連公共下水道から流域下水道への下水投入量で按分することで、各市区町に起因する下水汚泥排出量を求める。

②部門ごとの下水投入量の算定

ここでは食品製造業、食品流通業、家計の活動部門ごとの下水投入量を算定する。食品製造業の下水投入量は、市区町別の食品製造業出荷額⁴⁴に污水原単位⁴⁵を乗じて求める。なお、食品製造業の企業内の自家処理については算定の対象としていない。食品流通業の下水投入量は、就業者数⁴⁶に営業污水原単位⁴⁷を乗じて算定する。家計の下水投入量は、家計人口⁴⁸と下水道普及率から下水処理人口⁴⁹を求め、生活污水原単位⁵⁰を乗じて求める。

③部門ごとの下水汚泥発生量の算定

処理人口と平均汚水排出量⁵¹より市区町別の下水投入量を求め、全下水投入量に占める部門別割合を算定する。これを下水汚泥発生量に乘じ、部門別の排出量を求める。

浄化槽汚泥は一般廃棄物として自治体に計画収集・処理されており、市区町別データが整備されている⁵²。浄化槽は下水処理区以外の家計及び農畜産業を営む農家に設置されていると仮定し、これらの部門から発生する汚泥量を算定する。浄化槽人口を全人口に占める農村人口⁵³の割合を乗じて、農村と下水道未整備の家計での浄化槽人口を求め、それぞれ一人当たりの浄化槽汚泥発生量⁵⁴を乗じて算定する。

(7) 固形有機廃棄物と汚泥類の統合

汚水処理に伴う有機系排出は含水率が高く、乾燥重量に換算することによって、固形有機廃棄物と同等に取り扱う。算定に用いた有機廃棄物の含水率を表-5に示す。下水汚泥の含水率は統計資料⁵⁵より市区町別に求め、浄化槽汚泥の含水率はデータ上の制約から下水汚泥の平均含水率で代替した。

表-5 有機廃棄物の含水率一覧^{56, 57}

			含水率
固形有機廃棄物	農産物残渣	稲殻	12.5%
		その他	11.5%
	家畜糞尿	牛糞	84.3%
		豚糞	81.1%
		鶏糞	77.5%
	食品廃棄物	製造業	48.6%
		流通業	74.8%
		家計	65.0%
	木質系廃棄物	おが屑	30.2%
		木材	55.7%

3. 有機廃棄物の発生要因分析の論理

(1) 有機廃棄物の発生への影響要因の設定

有機廃棄物の増加要因として①人口増加②家計の排出強度の増加、③汚水処理施設の整備、④産業生産の増加による効果、⑤産業の排出強度の増加の5つの要因を設定して、それぞれの有機廃棄物の発生量の影響を定量的に算定する。

(2) 有機廃棄物の2時点での増加要因分析

家計における消費活動に伴い排出される有機廃棄物量(以下、家庭系有機廃棄物)を EH 、産業の生産活動に伴い排出される有機廃棄物量(以下、産業系有機廃棄物)を EI とすると、有機廃棄物の総排出量 ET は

$$ET = EH + EI \quad (1)$$

となる。

家庭系有機廃棄物 EH は固形有機廃棄物 EH_{sw} 及び生活排水処理に伴い発生する汚泥類 EH_{sl} から構成されるとすると(2)式が成立する。

$$EH = EH_{sw} + EH_{sl} \quad (2)$$

ここで家計の総人口を P 、家計から排出される固形有機廃棄物の一人当たりの排出強度を I_{sw} 、汚泥類の一人当たりの排出強度を I_{sl} とすると(3)式、(4)式が成立する。

$$EH_{sw} = P \times I_{sw} \quad (3)$$

$$EH_{sl} = P \times I_{sl} \quad (4)$$

一方、産業系有機廃棄物 EI は産業の生産額を S 、有機廃棄物の生産額当りの排出強度を I_{iw} とすると(5)式が成り立つ。

$$EI = S \times I_{iw} \quad (5)$$

(1)式より有機廃棄物の総排出量の変化式として、式(6)が求まる。

$$\Delta ET = \Delta EH + \Delta EI \quad (6)$$

すなわち、有機廃棄物の総排出量の変化要因は家庭系有機廃棄物と産業系廃棄物の変化量の和で求めることが出来る。

また、(2)、(3)、(4)式より家庭系有機廃棄物の排出量の変化式(7)式が成り立つ。

$$\Delta EH = (I_{sw} + I_{sl}) \Delta P + P \Delta I_{sw} + P \Delta I_{sl} \quad (7)$$

式(7)から、家庭系有機廃棄物の排出量は、人口の増加(第1項)、固形有機廃棄物の排出強度の増加(第2項)、汚泥類の排出強度の増加(第3項)により変化する。第3項は汚泥類の排出強度の変化に起因する変化量であるが、汚泥類は生活排水の浄化の結果発生するもので、直接的に家計から排出される有機廃棄物ではない。そこで汚泥類の排出強度は家計からの排水原単位と排水処理施設の処理能力及び整備率から定義される。本分析では1974年から2000年度の短期間の系年変化を対象としているため、家計からの排水原単位と排水処理施設の処理能力に変化はないものとして、汚泥類の排出強度は、排水処理インフラの整備をあらわす係数とみなす。

同様に(5)式より産業系有機廃棄物の変化式(8)が成り立ち、生産額の変化と排出強度の変化が産業系有機廃棄物の変化の要因となる。

$$\Delta EI = I_{iw} \Delta S + S \Delta I_{iw} \quad (8)$$

式(6), (7), (8)より(9)式が成り立つ。

$$\Delta ET = (I_{sw} + I_{sl}) \Delta P + P \Delta I_{swiw} + P \Delta I_{sl} + I_{iw} \Delta S + S \Delta I \quad (9)$$

本分析では(9)式の第1項を人口増加効果, 第2項を家計排出強度増加効果, 第3項をインフラ整備効果, 第4項を生産額増加効果, 第5項を産業排出強度増加効果と定義する。

4. 結果

(1) 武庫川流域における有機物マテリアルフロー

図-3, 図-4に1974年及び2000年の武庫川流域における有機物マテリアルフローを示す。1974年の有機物総投入量は約117万tであり, 食品製造業への農産物の移輸入量及び家計への食品投入量が大きい。一方, 有機廃棄物は約50万tが排出されており, 食品廃棄物及び家畜糞尿が主要な有機廃棄物となっている。また2000年の有機物総投入量は約103万tであり, 食品流通業への農産物の移輸入量及び家計への食品投入量が大きく, 有機廃棄物は約97万tが排出されており, 下水汚泥及び食品廃棄物が主要な有機廃棄物となっている。

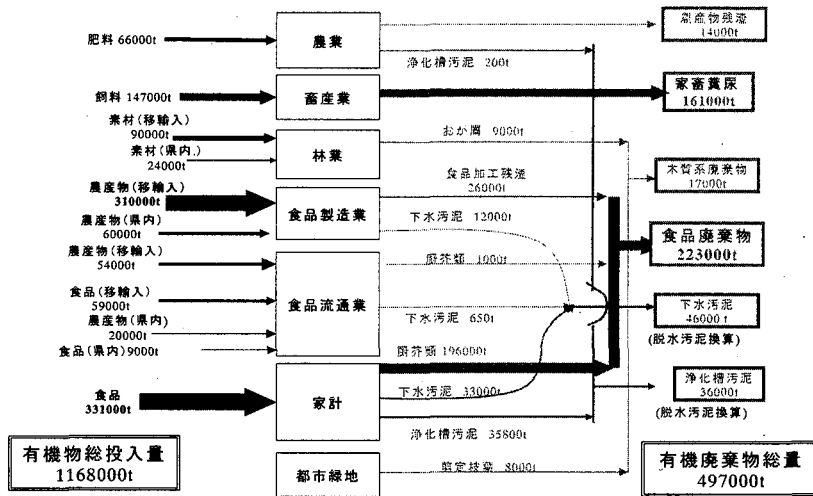


図-3 有機物マテリアルフロー (1974)

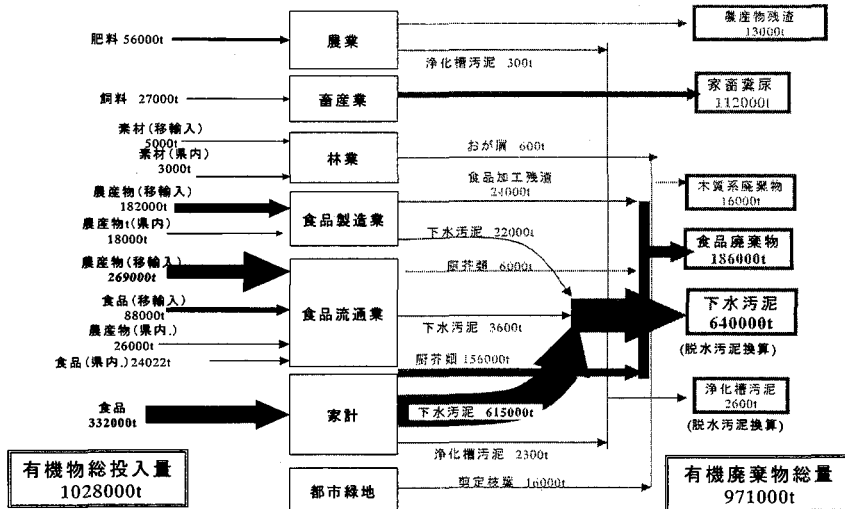


図-4 有機物マテリアルフロー (2000)

過去 30 年で武庫川流域は農業、畜産業、林業及び食品製造業への投入量が減少し、食品流通業への投入量が増加しており、農畜林産業の衰退と食品生産拠点の変遷が要因といえる。また、流域下水道の整備に伴う下水汚泥の排出が大幅に増加し有機廃棄物の増加要因となっている。木質系廃棄物については林業からの排出が衰退する一方で、剪定枝葉が増加しており、武庫川流域では産業に起因する有機廃棄物から、生活に起因する有機廃棄物へと排出構造が変化している。

(2) 武庫川流域の有機廃棄物排出量の変化

a) 有機廃棄物総排出量の変化

図-5に武庫川流域の有機廃棄物総排出量の変化を流域全体、上流域、中流域、下流域別に示す。武庫川流域全体では1974年から2000年にかけて有機廃棄物総排出量は増加しており、2000年の総排出量は1974年の約1.5倍となっている。

1974年は総排出量に占める食品廃棄物の割合が58%、家畜糞尿18%、農産物残渣9%であり、農畜産業での食品原料の生産を含めた食に関連した排出構造にあった。2000年は総排出量に占める下水汚泥の割合が42%、食品廃棄物が40%を占めており、この20年間で汚水処理による有機系排出へと構造が変化している。

地域別有機廃棄物の排出は2時点を通じて、下流域での排出が最大で、流域の50%の有機廃棄物が下流で排出されている。又、流域下水道の整備により中流域の有機廃棄物が急増する一方で、上流域では農畜産業や林業の衰退に伴い有機廃棄物が減少している。

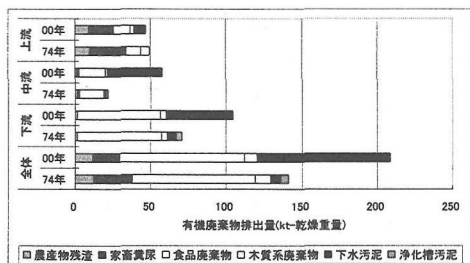


図-5 有機廃棄物総排出量の変化

b) 生活起因の有機廃棄物総排出量の変化

生活系有機廃棄物としては、家計起因の食品廃棄物、下水汚泥及び浄化槽汚泥と都市緑地からの剪定枝葉と定義する。武庫川流域の生活起因の排出量の変化を図-6に示す。

武庫川流域では、30年間で生活系有機廃棄物が約1.8倍に増えている。また70年代は生活系有機廃棄物の83%が食品廃棄物であったが、2000年は下水汚泥が57%、食品廃棄物が37%を占め、下水汚泥の増加が排出量増加の大きな要因となっている。

地域別では2時点を通じて、下流域における排出割合が高く、全地域で生活系有機廃棄物は増加して

いる。特に中流域での増加率が高く、30年間で3倍に増加している。また中下流域では下水汚泥が、上流域では食品廃棄物の増加が顕著である。

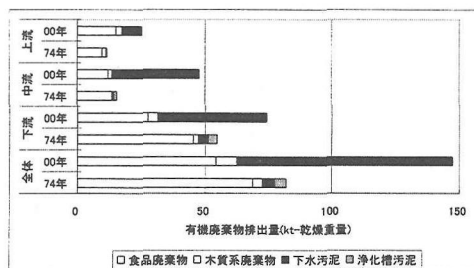


図-6 生活起因の有機廃棄物排出量の変化

c) 産業起因の有機廃棄物総排出量の変化

武庫川流域の産業起因の有機廃棄物排出量の変化を図-7に示す。

70年代から2000年の間に、武庫川流域の産業からの排出量減少しており、約20%減少している。1974年は家畜糞尿が全排出の43%を占め、次いで食品廃棄物(22%)、農産物残渣(21%)であった。2000年も家畜糞尿37%を占めて最も多く、食品廃棄物(30%)、農産物残渣(25%)となっている。

系年変化では、家畜糞尿と木質系廃棄物が激減しており、木質系廃棄物の全排出量に占める割合は11%から1%まで減少している。産業の衰退が排出量の減少につながったと考えられる。

地域別では、2時点を通じて上流域での排出が多い。また、上流域と下流域では排出量が減少しているが、中流域では増加している。上流域では家畜糞尿と農産物残渣の割合が高く、上流域の全排出の9割を占める。一方、下流域では食品廃棄物の占める割合が高く、下流域の全排出量の7割を占める。上流域では林業と畜産業からの有機廃棄物が激減しており、下流域では食品産業及び林業からの排出量の減少が顕著である。一方中流域では食品廃棄物と下水汚泥の排出に伴って全排出量が増加している。

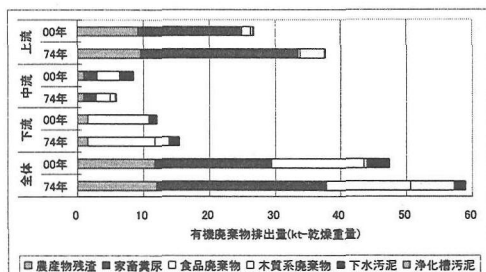


図-7 産業起因の有機廃棄物排出量の変化

(3) 武庫川流域の有機廃棄物の増加要因分析

武庫川流域での増加要因の算定結果を図-8に示

す。なお、生産効果の算定では食品製造業及び食品流通業のみを対象とした。

武庫川流域ではインフラ整備による有機廃棄物の増加が顕著であり、約 80kt(乾燥重量)が下水道整備に伴い増加しており、食品産業の生産活動も有機廃棄物の増加を促進している。一方、人口、家計の排出強度及び産業の排出強度は減少しており、特に家計の排出強度の減少が大きい。これはライフスタイルの変化により廃棄物が多様化し、有機廃棄物の占める割合が相対的に減少したためと考えられる。

下流域では流域下水道整備による有機廃棄物が 40kt(乾燥重量)増加する一方で、人口の減少及び家計の排出強度の減少により 20kt(乾燥重量)の有機物が削減されている。中流域でも流域下水道の整備による有機廃棄物の増加が特徴的で、これにより 30kt(乾燥重量)の有機廃棄物が増加している。他方、上流域では全ての要因が廃棄物の増加要因となっており、人口増加に伴う有機廃棄物の増加が特徴的であることがわかる。

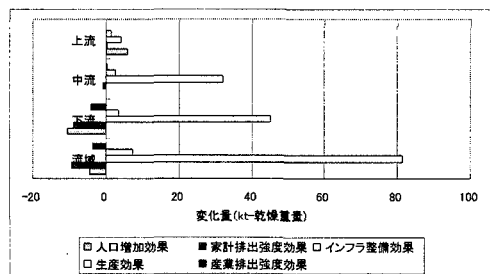


図-8 有機廃棄物の増加要因分析

5. まとめ

(1) 結論

本研究では武庫川流域を対象として、流域における有機物のマテリアルフローの算定の枠組みを構築し、1974 年と 2000 年の二時点における有機廃棄物の流域での排出構造の把握と、有機廃棄物の増加要因分析を行った。

その結果、武庫川流域の有機廃棄物の総量はこの 30 年で 1.5 倍に増加し、食を中心とする排出から、污水处理に伴う有機系排出へと構造が変化していることが明らかになった。また生活系有機廃棄物は増加しているが、産業系有機廃棄物は減少しており、産業の生産活動と家計の消費活動により有機廃棄物の排出構造が異なることが明らかとなった。

武庫川流域では流域下水道が有機廃棄物の増加の大きな要因となっている反面、人口と家計からの排出強度は有機廃棄物を減少させていることが明らかになった。そこで武庫川流域においては下水汚泥と有機廃棄物の統合的なマネジメントが必要といえる。

又、中流域、下流域では流域下水道整備が有機廃棄物の大きな増加要因となっているが、上流域では人口増加が増加の主要な要因となっており、上流と

下流で増加要因が異なることが明らかとなった。そのため、武庫川流域では集水区ごとの地域特性を考慮したマネジメントが必要との結論が得られた。

(2) 今後の課題と方針

a) 大気、水系への負荷排出の評価への拡張

本稿では人間活動に伴う有機物循環に関して、廃棄物の発生に焦点をあて評価を行っており、直接あるいは処理プロセスを経て、河川へと放流される排水中の有機物や、焼却により気体へと形を変えて放出される有機物は評価の対象としていない。今後は大気として排出される CO₂ や排水中に含まれる TOC といった負荷指標を用いて、大気系、水系、陸系への排出される負荷を統合的に評価する枠組みを構築することが必要である。

b) 循環型施策の導入と資源循環の評価

本稿では有機物循環の中で、特に人間活動から廃棄物の発生というフローに絞って、流域における有機系負荷の発生構造を評価した。各部門ではリサイクル財の利用や廃棄物の資源化等の循環にする流れがあり、ガス化、コンポスト化等の循環型の施策オプションの設計とその評価へと拡張することが必要である。

謝辞

本研究は平成 14 年度自然共生型流域圏・都市再生技術研究(代表 独立行政法人国立環境研究所渡辺正孝水士圏領域長)の一環として行われたものである。研究にあたり、渡辺正孝領域長をはじめ、独立行政法人水士圏領域及び流域圏環境管理研究プロジェクトの多くの研究者にご支援・ご協力いただいた。ここに記して深く感謝する次第である。

[参考文献およびデータ]

- 1 国連事務局(1993)アジェンダ 21ー持続可能な開発のための人類の行動計画ー, pp254-287
- 2 武庫川ホームページ,
<http://web.pref.hyogo.jp/hanshinkita/kendoseibi/takarazuka/mukogawa/index.html>
- 3 日本下水道事業団ホームページ,
http://www.jsww.go.jp/gyoumu/menu_ace.htm
- 4 有機質資源化推進会議:有機廃棄物資源化大辞典, 有機質資源化推進会議編著, pp141-354, 1997
- 5 廃棄物の処理及び清掃に関する法律(廃棄物処理法)
- 6 環境省地球環境局(2003)事業者からの温室効果ガス排出量算定方法ガイドライン(試案)
- 7 兵庫県農林水産部, 兵庫県農林統計書 各年版
- 8 兵庫県農林水産部, 兵庫県農林統計書 各年版
- 9 兵庫県農林水産部, 兵庫県農林統計書 各年版
- 10 近畿農政局兵庫県統計情報事務所, 兵庫県農林水産統計年報 各年版, 兵庫県農林統計協会
- 11 農林水産省統計情報部(2002)農業生産環境調査報告書
- 12 近畿農政局兵庫県統計情報事務所, 兵庫県農林水産統計年報 各年版, 兵庫県農林統計協会
- 13 農林水産省農林水産技術会議事務局編(1999)日本飼料標準 各編版

- 14 通商産業大臣官房調査統計部編，工業統計表 各年版
15 兵庫県統計課，兵庫県産業連関表(1997,1975)
16 総務省統計局（旧総理府統計局），家計調査年報 各年版
17 近畿農政局兵庫県統計情報事務所，兵庫県農林水産統計年報 各年版，兵庫農林統計協会
18 兵庫県統計課，兵庫県産業連関表(1997,1975)
19 通商産業大臣官房調査統計部編，商業統計表 各年版
20 通商産業大臣官房調査統計部編，工業統計表 各年版
21 通商産業大臣官房調査統計部編，商業統計表 各年版
22 兵庫県統計課(1975)兵庫県産業連関表
23 兵庫県，兵庫県統計所 各年版
24 総務省統計局（旧総理府統計局），家計調査年報 各年版
25 近畿農政局兵庫県統計情報事務所，兵庫県農林水産統計年報 各年版，兵庫農林統計協会
26 近畿農政局兵庫県統計情報事務所，兵庫県農林水産統計年報 各年版，兵庫農林統計協会
27 近畿農政局兵庫県統計情報事務所(1999)第 47 次兵庫県農林水産統計年報，兵庫農林統計協会
28 有機質資源資源化推進会議(1997)有機廃棄物資源化大辞典，(財)農山漁村文化協会
29 近畿農政局兵庫県統計情報事務所，兵庫県農林水産統計年報 各年版，兵庫農林統計協会
30 独立行政法人農業技術研究機構中央農業総合研究センター総合研究第 5 チームのホームページ試算結果より引用 <http://narc.naro.affrc.go.jp/kanto/pro5.html>
31 通商産業大臣官房調査統計部編，工業統計表（市町村編）各年版
32 総理府統計局，家計調査年報 各年版
33 盛岡通(2000)社会実験地での循環複合体のシステム構築と環境調和技術の開発 研究実施中間報告書，科学技術振興事業団 戦略的基礎研究推進事業 研究領域「環境低負荷型の社会システム」，p108
34 兵庫県県民生活部環境局環境整備課，兵庫県の一般廃棄物処理 各年版
35 通商産業大臣官房調査統計部編，商業統計表 各年版
36 大阪市環境事業局(2000)大阪市一般廃棄物処理基本計画
37 兵庫県県民生活部環境局環境整備課，兵庫県の一般廃棄物処理 各年版
38 大阪市環境事業局(2000)大阪市一般廃棄物処理基本計画
39 兵庫県農林水産部，兵庫県林業統計書 各年版
40 有機質資源資源化推進会議(1997)有機廃棄物資源化大辞典，(財)農山漁村文化協会
41 有機質資源資源化推進会議(1997)有機廃棄物資源化大辞典，(財)農山漁村文化協会
42 大阪市環境事業局(2000)大阪市一般廃棄物処理基本計画
43 社団法人日本下水道協会，下水道統計 行政版 各年版
44 通商産業大臣官房調査統計部編，工業統計表 各年版
45 兵庫県(2001)大阪湾流域別下水道整備総合計画
46 通商産業大臣官房調査統計部編，商業統計表 各年版
47 兵庫県(2001)大阪湾流域別下水道整備総合計画
48 兵庫県，兵庫県統計書 各年版
49 社団法人日本下水道協会，下水道統計 行政版 各年版
50 兵庫県(2001)大阪湾流域別下水道整備総合計画
51 社団法人日本下水道協会，下水道統計 行政版 各年版
52 兵庫県県民生活部環境局環境整備課，兵庫県の一般廃棄物処理 各年版
53 近畿農政局兵庫県統計情報事務所，兵庫県農林水産統計年報 各年版，兵庫農林統計協会
54 兵庫県県民生活部環境局環境整備課，兵庫県の一般廃棄物処理 各年版
55 社団法人日本下水道協会，下水道統計 行政版 各年版
56 有機質資源資源化推進会議(1997)有機廃棄物資源化大辞典，(財)農山漁村文化協会
57 柴田和雄・木谷収(1981)バイオマス 生産と変換<上>，学会出版センター

BASIN UNIT EVALUATION OF IMPACT OF THE ORGANIC MATTERS FLOW
CAUSED BY THE URBANIZATION
- THE CASESTUDY OF MUKO RIVER BASIN, JAPAN -

MORIOKA Tohru , FUJITA Tsuyoshi and OKADERA Tomohiro

The purpose of this study is evaluating the influence change of the human activities affects the organic matter circulation in the basin area. At first, this paper highlights Muko river basin and compare the organic matters in 70s and 2000. Secondly, it evaluates the change of the organic matters by several factors, which are growth of population, the change of emission intensity of household, infrastructure building, increase of production and the change of emission intensity of industrial activities. In result, the river basin sewage system is the major trigger to increase the organic wastes, on the other hand, the decrease of population and the emission intensity of household decrease the organic wastes in Muko river basin. In the middle-stream and down-stream area, the river basin system increase organic waste, but in upper-stream area, growth of population is the main factor of increase of organic waste.