

## 生物系廃棄物に対する資源循環システムの構築

### — 地域における魚腸骨のリサイクルシステム —

松尾 昭彦\*・植田 光昭\*\*

## Structuring of the Circulating System for Biological Waste as a Resource — Beneficial Recycling of Fishery Waste in the Local Region —

Akihiko Matsuo\* and Mitsuaki Ueda\*\*

In most industrialized countries the resources and energy are expended to make a variety of goods, and subsequently a lot of general and industrial waste is discharged causing depletion of resources and deterioration of the environment. Utilizable resources are, however, limited and we should aim to construct an environmentally concerned society.

In this paper we describe the beneficial recycling of fishery waste for making fishmeal and oil, and for the structuring of an environmentally concerned society in the local region.

#### Key Words (キーワード)

General waste (一般廃棄物), Biological waste (生物系廃棄物), Resource circulating society (資源循環型社会), Fishery waste (魚腸骨), Fishmeal (フィッシュミール), Feedstuff (飼料)

### 1. はじめに

我々人類は、いつの時代でもこの地球生態系から貴重な「資源とエネルギー」の恵沢を受けて社会生活を営んでいる。その上、不要な排出物が発生すると、その「浄化」も地球生態系に依存している。我々が、持続可能な人間社会を形成して、それを維持・発展させるためには、我々は「自然との共生」を念頭において循環型社会の構築に向けて具体的な行動を起こす必要がある。20世紀後半に経済先進国で発達した「大量生産・大量消費・大量廃棄型の物質文明」は、我々の物質的豊かさの要求に対して一応の役割を果たしてきた。その反面、20世紀型の経済社会システムは、資源の大量消費による資源の枯渇を招き、その上排出ガス

や汚染水による大気汚染や水質汚濁を起こしてきた。排出される廃棄物も質量ともに増大しており、その処理・処分に困窮し、地域を越えて地球規模の環境悪化も大きな社会問題になっている。現代の経済社会は「資源と環境」の両面において、産業先進国の物質文明が限界に近づいている状況にあることを示唆しており、新しいシステムの構築が希求されている。従って、資源と環境に対する負荷を大幅に削減して、有限な「地球生態系と共生」する新しい人間社会の形成による持続可能性を取り戻し、21世紀においては「省資源・省エネルギー型で環境負荷の小さい社会システム」に転換しなければならない。<sup>1)</sup>

我々人類がこの地球上に誕生したとき、現在でも生息している多種多様な生物種が既に生活して

\* 呉大学社会情報学部・大学院社会情報研究科

(Faculty and Graduate School of Social Information Science, Kure University)

呉市郷原学びの丘 1-1-1

\*\* (有)広島水産加工 (Hiroshima Suisan Kako, Co. Ltd.)

呉市阿賀南 6-2-10

いたと言われ、我々人類は最も新しく地球上に出現した生物である。人類は誕生後のかなりの永い期間、他の動物と同じように周囲に生育している動物を狩猟したり植物を採取して暮らしてきた。その後一部の動植物の品種改良や育種を成し遂げ、牧畜および農耕生活へと変わった。いつの時代でも人類は常に他の生物群と共存して、自然界の中で循環しながら一つの生態系を形成して、すなわち「自然と共生」して、永い間活発な社会活動を営んで大きく繁栄してきたのである。18世紀の産業革命以後、特に20世紀後半には、地球上の天然資源の大量消費によって高度の物質文明社会を築いた。近年、大量の天然資源の消費とそれに伴う排出物が、地球自身の浄化作用の限界を越えて地球温暖化・酸性雨被害などの問題を起こし、我々人類を含めた全ての生物種の生存に対して悪影響を与えている。我々人類の英知により早急に環境に負荷をかけない「資源循環型の社会システム」に転向しない限り地球の未来はないだろう。<sup>2)</sup>

さて、我々が排出する廃棄物は産業廃棄物と一般廃棄物に分けられるが、両廃棄物の排出量とも高速度で増大している。さらに、廃棄物は質的にも多様化して、その処理が困難な状況となって既存の施設での処理・処分能力は限界に近づいている。そのため支払うべき処理・処分費用は、今後も増加の一途を辿るであろう。このように各地域、各国から地球全体に渡って廃棄物問題が深刻化している。特に、天然資源の少ない我が国においては、有限希少な資源を有効に再利用する社会システム(3Rシステム)を再構築しない限り、現在のような快適な生活水準と経済活動を長期的に維持することが困難になるかもしれない。<sup>3)</sup>

環境保全と省資源・省エネルギーを推進するために、限りある資源を大切に、環境に負荷をかけるような排出物を出さず、発生した廃棄物は再生利用する「資源循環型の社会システムの構築」が希求されている。著者らは、前報において生物系廃棄物の有効利用方策など呉地域の産業廃棄物の状況について報告したが<sup>4)</sup>、本論文では生物系

廃棄物の有効利用方策の中で、一般廃棄物として大量に排出される魚腸骨(魚滓または魚あら)のリサイクルシステムについて述べる。

## 2. 廃棄物の排出と処理・処分

### 2.1. 我が国の物質収支

近年、産業先進諸国においては高度の産業社会を築いてきたが、産業先進諸国が「使い捨て文明」とも言われる物質文明を長い間継続して行くためには、膨大な資源量と無限の環境の広がりが必要とする。しかしながら、我々の地球生態系は有限であり、地球の「資源や環境」にも限りがある。それ故に、我々は資源を有効に使い、環境に負荷をかける排出物を出さないゼロエミッション型の社会システムを作り上げて行かなければならないことは自明である。<sup>5)</sup>

我々が消費している資源は、材料資源(食料を含む)とエネルギー資源に大別される。また、他の視点で分類すると、生物系資源と非生物系資源の二種類となる。生物系資源は、無尽蔵の太陽エネルギーと二酸化炭素が生物の光合成能で変換貯蔵される生物有機体であり、バイオマスともいわれる不滅の資源である。後者は石油・石炭・天然ガスなどの有機系の化石物質や地殻を構成している金属類などの無機物質であり、エネルギー源として使用すれば消失するし、化学変化や混融され他の物質に変換されている資源である。

ここで、我が国の経済活動を物質収支(マテリアルバランス;平成11年度)で見ると、廃棄物がいかに大量に排出されていることがよく判る。我が国においては、資源量として国内(10.7億トン)および海外(6.8億トン)からのバージン資源に、国内の再生利用資源(2.2億トン)を加えた総計約20.4億トンを要している。これに対し新たな蓄積として10.6億トンを国内に蓄積し、食料(1.3億トン)あるいはエネルギー(4.1億トン)として5.4億トンを消費消滅している。製品の海外輸出は、6.8億トンの資源輸入に対して僅か1.0億トンに過ぎない。このような経済活動の結果に

に基づき、廃棄物として産業廃棄物 4.1 億トンおよび一般廃棄物 0.5 億トンの合計 4.6 億トンを排出し、資源を一方通行的に廃棄物として排出しているのが現実である。廃棄物のうち僅か 1.6 億トンが再生利用資源に加えられて循環しているに過ぎない。<sup>6)</sup>

これとは別に、貴重な資源の節約方策や廃棄物の発生抑制を推進するために、ライフ・サイクル・アセスメント (LCA) の概念を広く導入することも必要である。製品の製造の段階から完成品の機能を維持しつつ軽量化・高性能化・長寿命化等を推進し、廃棄物の発生を抑制することである。さらに、再生利用の対象となり得る製品については、設計段階から再生しやすい構造の採用や分別のための識別表示等を行うことにより、経済合理性の範囲内で選別回収を促進して再生利用をはかり廃棄物の減量化に努めることも重要である。<sup>7)</sup>

## 2.2. 廃棄物の排出と処理・処分の現況

我々の日常生活や経済活動は枯渇の恐れのある資源に依存しているが、大量生産・大量消費・大量廃棄型の社会生活であるので、多種多様な廃棄物が大量に発生している。平成 11 年度における廃棄物の総排出量は、一般廃棄物が年間約 5,145 万トン（前年度 5,160 万トン）で、産業廃棄物が約 4 億トン（前年度約 4 億 800 万トン）発生している。産業廃棄物の総排出量は前年度に比べ約 800 万トン（約 2 %）の減少になっているが、一般廃棄物の総排出量はここ数年ほぼ横ばい状態で、1 人 1 日当たりの排出量は 1,110g 程度である。図 1 に広島県および日本全国の廃棄物の排出量の推移を示している。広島県内の一般廃棄物の排出量は増加傾向を続けており、1 人 1 日当たりの排出量も全国の数値に近づいている。<sup>8), 9)</sup>

次に、これらの廃棄物の処理・処分の状況を概観する。産業廃棄物は約 43 % がリサイクルされてはいるが、中間処理（脱水、焼却）される量は 4 % 程度であり、約 6,000 万トン（14 %）もの廃棄物が最終処分（埋立処分）されている。一般廃棄物に対してはリサイクル率が僅か約 10 % 程度

で、4,000 万トンもの大量の廃棄物が中間処理として焼却されている。これは排出される一般廃棄物の約 75 % に相当する膨大な量であり、焼却量の削減が大きな課題である。最終処分として埋立処分される廃棄物は、不燃物の直接埋立としての 750 万トン（14.2 %）と二次的に発生する焼却灰の 600 万トン（10.3 %）を合わせて 1,300 万トン（24.5 %）もある。実際、各地域においては、廃棄物の最終処分場の新規立地は非常に難しくなっており、それに伴って処分場の残余年数も年々少なくなってきた。一般廃棄物の最終処分場の残余年数は 12.3 年あるが、産業廃棄物に関しては 3.7 年分しかなく、首都圏では 1.2 年という水準にまでなっており、このままでは最終的に処分場がなくなってしまうという厳しい試算もある。このような状況のため、従来どおり排出された廃棄物をそのまま埋立てるという処理を継続することは困難になっている。<sup>10)</sup>

また、廃棄物焼却場からのダイオキシンの発生が全国各地で大きな社会問題になっている。猛毒のダイオキシンの発生は廃棄物の焼却時における焼却炉の温度に関係しているので、焼却炉の運転を止めることなく終日高温で連続運転する必要がある。そのため、高度に設備された大型焼却炉を設置し、広域の市町村で廃棄物を収集して終日運転するシステムとしてのごみの広域化が進められている。<sup>11)</sup>

政府は、平成 11 年 9 月のダイオキシン対策関係閣僚会議で、ダイオキシン対策推進基本指針に基づいて、循環型社会の構築に向けて廃棄物の減量化の目標量を決定している。減量化の目標年度を平成 22 年度とし、一般廃棄物の排出量は 5 % 削減し、産業廃棄物では 13 % の増加に抑制する。廃棄物の排出を抑制すると同時に、資源の有効利用のために再生利用率（リサイクル率）を一般廃棄物では 10 % から 24 % に、産業廃棄物に関しては 42 % から 48 % に増加する。再生利用できない廃棄物については、脱水や焼却などの中間処理を行って廃棄物の量を減量し、最終処分量を半減することなどを目標としている。今後、この目標量

を達成するため、政府が一体となって必要な施策の推進に努め、さらに、地方自治体や企業、消費者がそれぞれの役割に応じて廃棄物の減量化に向けて取り組んでいかなければならない。<sup>10)</sup>

### 2.3. 持続可能な循環型経済社会の実現

そもそも廃棄物とは、人間が作り出した概念であり、生物界で人間だけが無駄なものを排出しているのである。廃棄物の問題は、通常の日常生活

や事業活動に深く関わっている問題であるため、我々生活者一人ひとりが考え、具体的な取り組みを行っていく必要がある。資源についても、地球上で無限に存在するものではなく、有限なものである。この限られた資源をこれから 21 世紀に残していくためにも、廃棄物をただのごみにするのではなく、「ごみ資源」に変えていかなければならない。このことが企業、行政、消費者が取り組むべき、最も簡単で重要な方法の一つであろう。

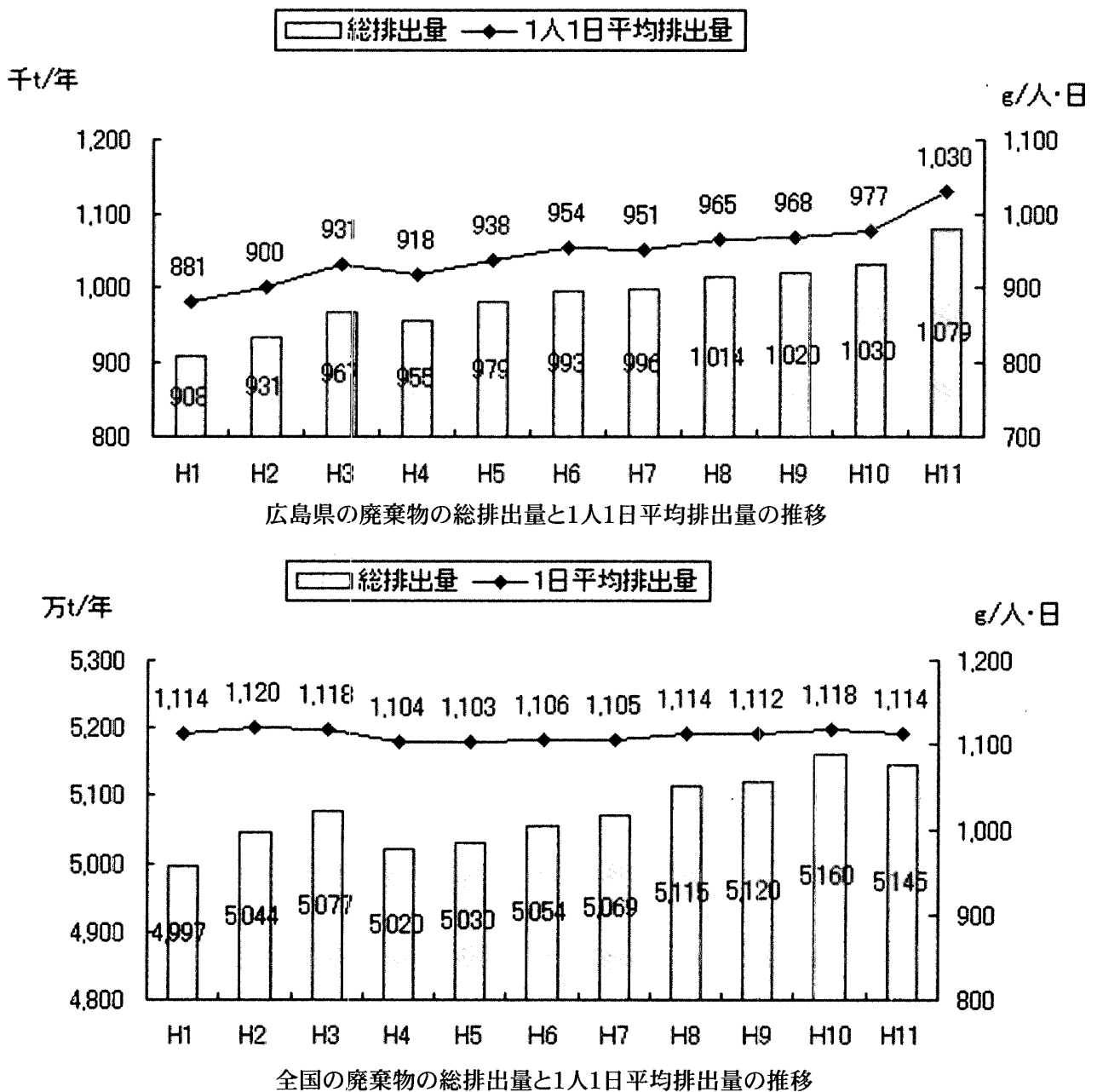


図1. 広島県および日本全国の廃棄物の排出量

最近、環境省では廃棄物に対して、排出されたものすべて資源とし捉えて、リユース・リサイクルをするというメッセージを込めて「循環資源」という新しい言葉を提案している。<sup>12)</sup> 社会システムとして「循環型社会」を構築するために、平成12年に「循環型社会形成推進基本法」が成立した。<sup>13)</sup> この基本法案は、増え続ける廃棄物の排出削減や再利用を促すとともに、不法投棄を防止することを目指している。さらに、製品の生産者と廃棄物の排出者双方に対して発生する廃棄物処理に関する責任を明記しているし、メーカーなどの生産者には使用済み製品を一定の範囲で回収・再利用することを義務付けている。本基本法により、1) 製品等が廃棄物等となることの抑制、2) 循環資源が発生した場合におけるその適正な循環的な利用の促進、3) 循環的な利用が行われない循環資源の適正な処分の確保などが推進される。これにより天然資源の消費が抑制されて環境への負荷ができる限り低減される社会が実現可能である。

循環型社会は、従来のワンウェイ型の大量生産・大量消費・大量廃棄型の経済社会に代わるものとして、廃棄物を減量化 (Reduce)・再使用 (Reuse)・リサイクル (Recycle) し、新たな資源の投入をできるだけ抑え、自然生態系に戻す排出物の量を最小限とする社会システムである。本法は、対象廃棄物を有価物・無価物に係わらず、使用済の製品が廃棄物となることを抑制したり、発生した廃棄物はその有用性に着目して「循環資源」として見直し、その循環的な利用 (再使用、再生利用、熱回収) を図ることを意図している。<sup>11)</sup>

次に、本基本法案と一緒に制定された個別の法律について述べる。これらの法律は、基本的な考え方や環境保全に関する施策を規定している「環境基本法」がベースにある。まず初めに、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律 (廃棄物処理法)」(昭和45年制定)で、廃棄物の適正処理が計られ、「資源の有効な利用の促進に関する法律 (資源有効利用促進法)」(平成3年制定)の改正で、リサイクルの推進が達成される。これらの2法案の運用に基づいて次のような個々の廃棄物のリサイクル

法がある。「建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律 (建設リサイクル法)」(平成12年制定)および「食品循環資源の再生利用等の促進に関する法律 (食品リサイクル法)」(平成12年制定)、「国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律 (グリーン購入法)」(平成12年制定)が制定されている。<sup>14)</sup>

「容器包装に係る分別収集及び再商品化の促進等に関する法律 (容器包装リサイクル法)」(平成7年制定)および「特定家庭用機器再商品化法 (家電リサイクル法)」(平成10年制定)は、すでに法が整備されて運用されていたが、新たに12年に制定された基本法と個別法で循環型社会の形成が進展している。今後、自動車リサイクル法やパソコンリサイクル法が加わり法が充実し、循環型社会の形成が一層進展するであろう。<sup>15)</sup>

### 3. 生物系廃棄物の再生利用方策

#### 3.1. 大量に発生する生物系廃棄物

廃棄物は「廃棄物処理法」により、事業活動に伴って生じる産業廃棄物とそれ以外の廃棄物としての一般廃棄物に区分される。一般廃棄物は「ごみ」と「し尿」に分類され、さらに「ごみ」は商店、オフィス、レストランなどの事業活動によって生じた「事業系ごみ」と一般家庭の日常生活に伴って生じた「家庭ごみ」に分類される。<sup>10)</sup>

さて、産業廃棄物の中には生物系廃棄物として、汚泥、紙くず、木くず、繊維くず、動植物残渣、動物糞尿、動物の死体などが大量に排出されている。生物系廃棄物は、生物体由来物であるので基本的に自然界で生分解される。従って、量的な問題はあるが生物系廃棄物は土に戻せば、生物の再生産に利用される。一般廃棄物の中に含まれる動植物残渣のように大量に回収されるものに関しては、それらを焼却処分することなく、飼料や肥料として有効利用される方向へ進むべきである。

#### 3.2. 個々の生物系廃棄物の再生利用

### 3.2.1. 有機性汚泥

産業廃棄物として最も大量に発生する汚泥は水分含量(98～99%)が高いので、脱水処理し脱水ケーキ(水分含量70～80%)にして、そのまま埋立てたり焼却処理されることが多い。我が国の農地は、化学肥料依存型になっており酸性度が高く地力が低下している。排出した有機汚泥をコンポスト化し肥料として、さらに不足成分を添加ブレンドして有機化成肥料として使用し、地力の低下した農地を肥沃な土地に回復させることが出来る。多量の余剰汚泥は剪定枝や廃オガクズなどの炭素含量の高い素材と混合してC/N比を調整してコンポスト化し、特殊肥料として再利用されている。最近ではセメント原燃料としての有効利用にも進んでいる。

### 3.2.2. 廃油

我々の食生活が欧米風になり、炭水化物に替わって食用油の消費量が増加している。動植物廃油は容易に精製リサイクルされるので、廃油は回収して再利用すべきである。そのために、廃油の中に不純物が混入しないように、排出者が十分に注意するとともに、廃棄方法や回収方法等にも工夫が必要である。

### 3.2.3. 紙くず

一般廃棄物の中で紙類の比率は30%を占め、素材は植物繊維であるセルロースから出来ており、再生が簡単であるので古紙として再利用できるものがかなり含まれている。古紙を再利用すれば、原木のチップからパルプを経て紙を作るのに比べてエネルギーもかなり節約される。古紙再生の技術も向上しているため、古紙の利用範囲はますます広がっている。そのためには、古紙から再生された紙製品が現在以上に使用されなければならない。

### 3.2.4. 木くず

材木は太陽の光エネルギーにより二酸化炭素と水から生産されたもので、主成分はセルロース、ヘミセルロース、リグニンなどから出来ているバイオマス的一种である。材木は家屋の建設や木製品の製造用の材料として使用されるし、含有成分

のセルロースからは紙が作られる。さらに、材木は約4,500 Kcal/Kgの熱エネルギーを有しているので燃料としても広く利用されている。

廃棄物としての木くずは、建設用材や木製品用材の製造時に排出するチップおよび建設廃材などから成っている。現在、木くずの主要な用途は燃料および製紙原料である。製材工場から排出するオガ粉(ノコくず、オガくず)も、木くずの類として有効に再利用されなければならない。

### 3.2.5. 動植物残渣

生物体の一部である動植物残渣は紛れもなく生物体であるので、残渣といえども生物に対する栄養物質を含有している。これを焼却処分することなく、飼料や肥料などとして有効に利用する方策を立てなければならない。<sup>4)</sup>

一般廃棄物は、市町村が定める処理計画に沿って処理が行われているが、市町村が行った中間処理のうち、直接焼却処理された割合は約78%に上り、焼却以外の中間処理(破碎・選別による資源化、高速堆肥化等)の割合は13.5%に過ぎない。一般廃棄物の中に野菜くず、魚のあら、食べ残し等の厨芥ごみ(生ごみ)があり、これらは食品残渣で生物系廃棄物の類である。

これら廃棄物の発生量は、約5,000万トンの収集されるごみ量の大体3分の1ぐらいのウエートを占めていると言われ、その大部分が焼却処理されているという大きな問題がある。しかし、事業者の中には、自社の店舗等から排出した生ごみを飼料や肥料にする取り組みを行う食品関連の事業者も最近増えている。例えば、神奈川県のあるコンビニエンスストアでは、昨年から県内200店舗より排出される弁当や惣菜類の残渣を堆肥化して、これを千葉県内に持っていき、有機農産物生産者グループに販売しているという事例がある。

しかし、廃棄物の再利用をはかる場合、回収物の用途として、より付加価値の高い物へ変換することが望まれる。生物系廃棄物の再生利用は、肥料、飼料、餌料、食料および医薬品の順に付加価値は上昇するので、新方策を立てなければならない。

次に、日常的に鮮魚店やスーパーなどから大量に発生する魚類残渣（魚腸骨、魚あら、魚滓等とよばれている）を、焼却処理することなく循環資源として有効利用するリサイクルシステムについて述べる。

#### 4. 魚腸骨のリサイクルシステム

##### 4.1. 魚腸骨の循環資源としての有効性

調理くずや食べ残し等の食品廃棄物は食品の製造、流通、消費過程において大量に発生し、その排出量は一般廃棄物の30%以上を占めている。しかし、再生利用率は食品廃棄物全体で僅か10%程度に留まっている。これら食品廃棄物等の排出の抑制等を図るため、食品循環資源の再生利用等に係わる各主体の責務および食品関連事業者の基準に基づく再生利用等の実施を内容とする「食品循環資源の再生利用等の促進に関する法律（食品リサイクル法）」が平成12年に制定された。<sup>3)</sup>

事業者および消費者は食品廃棄物の発生抑制等に努め、食品関連事業者は主務大臣が定める再生利用等の基準に従い再生利用等に取り組むものとされており、主務大臣はこの基準に基づき食品関連事業者に対して、指導、助言、勧告および命令を行うことができることを規定している。さらに、これら食品関連事業者の再生利用等への取組を促進する措置として、主務大臣の登録を受けた再生利用事業者等について、廃棄物処理法や肥料取締法等の特例が講じられることが規定されている。<sup>14)</sup>

さて、日本人は世界中で最も魚を食する国民で

あり、魚を調理する過程において頭、骨、腹ワタなどの“魚腸骨（魚滓、魚あら）”と呼ばれている廃棄物が必然的に約1/3発生する。魚腸骨は、魚類が水揚げされる漁港近くの工場等で発生する場合と、流通に乗り消費地で発生する物とがある。漁港近くの生産地で、魚体を解体して缶詰生産や加工食品の製造過程において発生する食品残渣を「加工残渣」と呼んでいる。加工残渣は限られた地域で大量に発生するが、これらの残渣は産業廃棄物となるために公営の焼却施設では処理されていない。加工残渣のほとんどが処理工場で有効利用されて、魚粉や魚油に変えられている。一方、流通に乗り消費地としての各卸売り市場、スーパー、鮮魚店等の店頭で解体され、そこで発生する魚腸骨は「都市残渣」と呼ばれる。都市残渣は人口の割合に応じて、少量ずつではあるが広域的に必ず発生する廃棄物である。魚腸骨のリサイクル率は各地域によってさまざまであり、全量がリサイクルされている地域から全く有効利用されていない地域まである。リサイクル率が低い地域では事業系の一般廃棄物として公営の焼却場に搬入され焼却処理される事例が多くあり、この焼却ルートは是正して有効利用に転向しなければならない。<sup>16)</sup>

実際、表1に示す(社)日本フィッシュミール協会の資料によると、生ゴミのうちリサイクルされているのは僅か10%のみで、約90%が焼却処理されている。<sup>17)</sup> 我々の調査結果からは、中四国地方において発生する都市残渣から生産される魚粉・魚油は現在の生産量よりも50%以上増加させることが可能である。そのためには「魚腸骨の回

表1. 我国の生ゴミ発生量（平成12年度：日本フィッシュミール協会）

生ゴミ発生量	処理方法および処理量		
1940万t	焼却	772万t	91%
	リサイクル	168万t	9%
リサイクルされている生ゴミ 168万tの内訳			
魚腸骨	104万t	70%	
オカラ他	64万t	30%	

収システム」を確立し、関係者の努力や協力により目標は充分達成出来ると考えられる。このようなシステムの形成が完成されれば、魚腸骨を有効利用してフィッシュミール（魚粉）や魚油を製造し、飼料や魚油の国内自給率を上昇させることに繋がる。製造されたフィッシュミールや魚油の主な用途としては、フィッシュミールは養魚や養鶏用の飼料および肥料とされており、魚油はマーガリン原料および石鹸や塗料に利用されている。魚腸骨のリサイクルシステムが完成すれば、処理方法として魚腸骨を焼却する経費の削減のみならず、焼却炉の管理問題や猛毒のダイオキシンを含めた排出ガスの発生等の抑制にもなる。その上、水産資源としての魚腸骨を飼料や食料に循環でき（図2参照）、リサイクルシステムの拡充はまさに一石二鳥の方策であるといえる。<sup>18)</sup>

#### 4.2. 魚腸骨リサイクルの現状<sup>19)</sup>

1960年代以前には公営の焼却施設が完備しておらず、可燃性の一般廃棄物も直接埋立されるこ

とが主流であった。しかし、動植物残渣は腐敗臭が発生する等の理由で処理困難物であった。その時代の動植物残渣の多くのものが養鶏や養豚用の飼料として直接使用されたり、小規模な魚腸骨リサイクル業者により魚粉・魚油製造等に有効利用されていた。1960年代後半からは、廃棄物減量化や公衆衛生等の面から各地域に公営の焼却施設が設置され魚腸骨の都市残渣の多くのものが焼却される方向に変わった。そのため現存の魚腸骨リサイクル業者は、30年前と比較すると東京や大阪周辺では1/40に、名古屋、京都、広島、福岡等においては1/20～1/10に減っている。

表2には、東京以西の各都市で主に都市残渣を原料として現在稼動している魚腸骨リサイクル工場を示している。この表の中で、公社化されたものは民間事業者が廃業しそれを公が引き受けたものである。

養鶏や養魚用の配合飼料の原料の一部として用いる魚粉の国内消費量は約57万トンであるが、33万トンもの魚粉を海外からの輸入に頼ってい

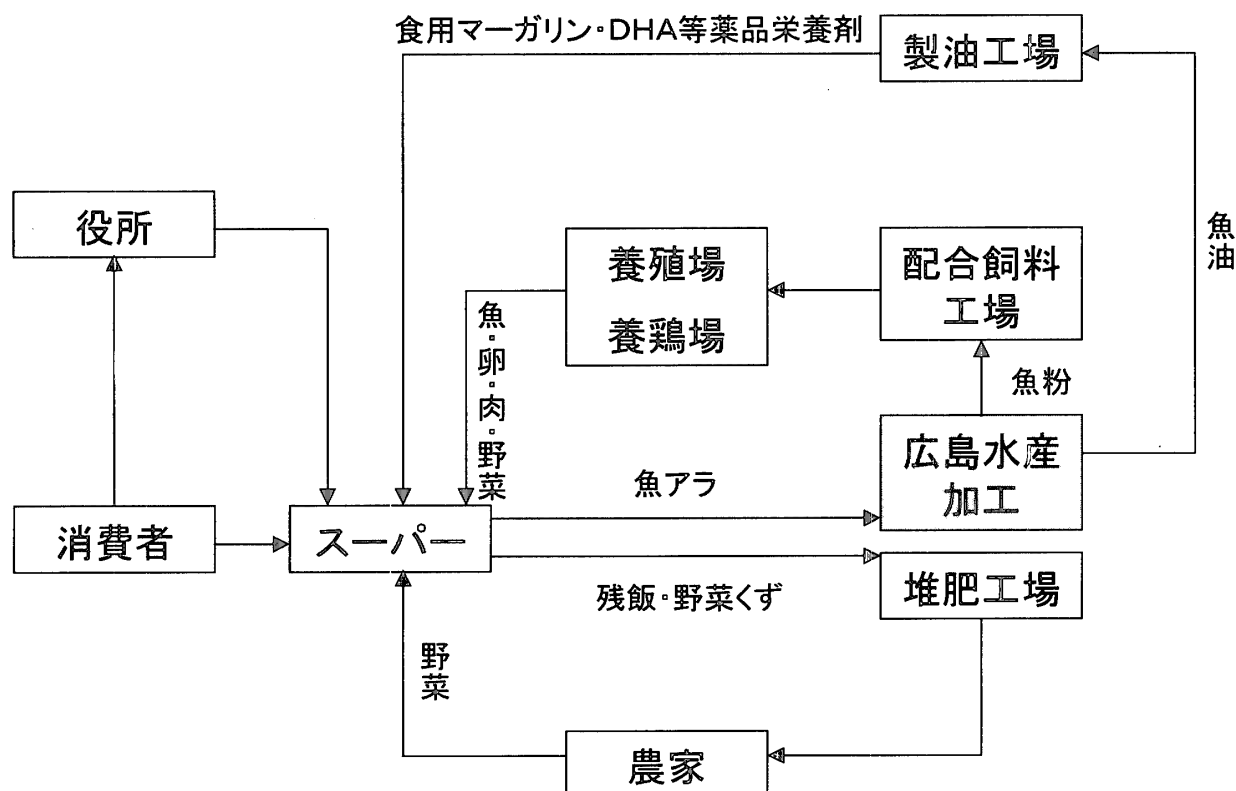


図2. 食品廃棄物の有効利用の行程



る。国内供給量のうち加工残渣からの生産が 14 万トンで、都市残渣からが 10 万トンである。すなわち、国内消費量 57 万トンのうち、半分弱しか自給されてないのが現状である。さらに、国内魚粉生産量 24 万トンのうち、加工残渣はすでに 100 % 魚粉に加工されているから、加工残渣からの魚粉の増産見込みはない。それに対し、都市残渣より生産されている魚粉は 10 万トンであるので、供給量を増やせる可能性がある。中四国地方では都市残渣の約 50 % が一般廃棄物として公営の焼却施設へ搬入されている現実があり、焼却処理から脱却してリサイクルに転向しなければならない。

次には、都市残渣リサイクル工場が廃業へ進んで行かざるを得ない別の原因について考察したい。魚腸骨のリサイクル工場を経営するにあたっては 2 つの主要な業務がある。一つが原料としての魚腸骨の収集業務であり、もう一方は魚粉・魚油の製造工程である。

最も重要なのが収集システムである。工場で製造する魚粉・魚油の原料は、元は我々が食した魚の頭、骨、腹わた等であり、これら魚腸骨をいかに早期に回収しそれを処理して製品にするかで品質が決まる。従って、原料としての魚腸骨の早期回収が絶対条件である。そのためには、運搬車両

の整備、人員の確保、不慮の事故等の危機管理体制創りが重要である。魚腸骨を回収するスーパーや鮮魚店等と受持の回収担当員とが密接に連絡を取り、回収時において腐敗を最小限にするための工夫が大切である。また、製造工程については、現在稼動している全国のフィッシュミール工場の設備は図 3 のような工程である。大量処理の大規模工場では殆どの主要機械類や分離機等は外国製で占めているが、中規模の処理工場では優秀な国産機械類も使われている。実績のある機械類は高価ではあるけれども、良質の製品が生産できるし故障も少ない。機械類の故障は原料処理の遅滞により鮮度が低下し製品の品質を下げるので、機械類の選定とそれらの整備・保守・点検等も重要な業務である。

工場に搬入された魚腸骨は直ちにクッカー・ドライヤー処理されるが、その過程で原料魚の蛋白質分解臭等が発生する。魚港近くで操業する加工残渣工場ではあまり問題にならないが、市街地に立地する都市残渣工場では近隣にない特殊な臭気として住民から苦情が出る。都市残渣工場は不採算性企業であるとともに、悪臭や水質汚濁等の公害発生企業となることが多く、次々と工場が廃業していった。そのため、過去にはリサイクルされていた魚腸骨も今は一般廃棄物として公営の焼却

表 2. 東京以西の都市残渣魚腸骨のリサイクル事業所

地 域	事業所名	事業主体	処理量/日
東京周辺	S 社	民 間	600t
〃	T 社	〃	150t
静 岡	H 社	〃	100t
愛 知	(財)魚アラ処理公社	公 社	40t
京 都	京都魚アラリサイクルセンター	公 社	30t
大 阪	K 社	第3セクター方式	120t
神 戸	神戸フィッシュミール工場	〃	15t
高 知	(財)高知県魚さい加工公社	公 社	30t
広 島	(有)広島水産加工	民 間	50t
福 岡	(財)福岡水産加工公社	公 社	40t

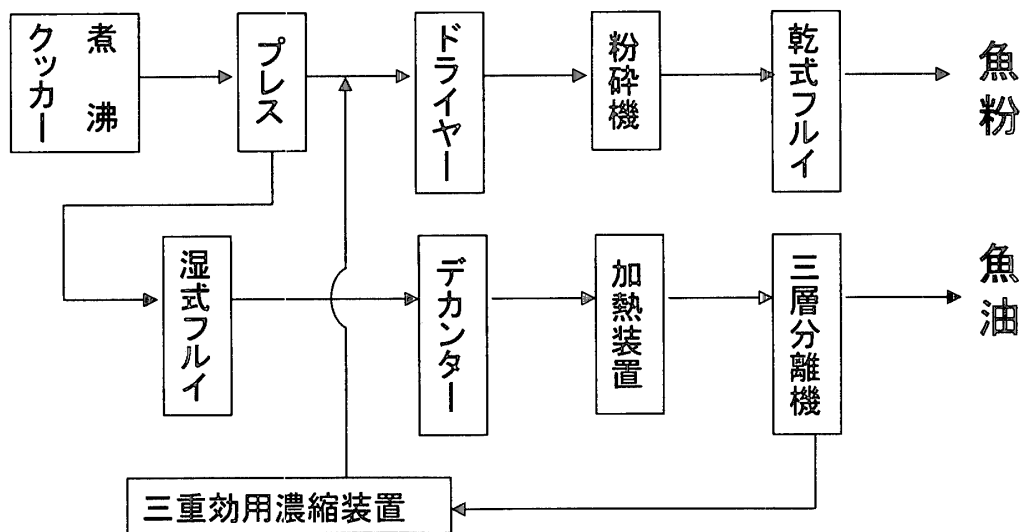


図3. 魚粉・魚油の製造工程図

場で処理されるケースが増加している。このように、1970年代には稼動していた多くの都市残渣工場は小規模であるがために製品の品質が一定せず、その上地域で公害を発生してやむなく廃業した企業が多い。

#### 4.3. 地域の環境に調和した魚腸骨リサイクルシステムの確立

最近、「リサイクル製品が売れない」「リサイクル製品を使ってくれない」「循環型社会の形成が難しい」と言う話を聞くことが多い。一般に、製造業は作った物をどのようにして売りさばくかはでなく、売れる物をどのようにして作るかである。商品の評価は受入れ先が決めるのであり、これが自由経済社会である。魚腸骨リサイクル業においても図4のように物の流れと要望の流れによって決まる。物の流れは右回りであり、要望の流れは左回りである。要望を受け入れた企業のみが、物の流れに係わることが出来るのである。

つまり魚粉製造業においても評価をするのは、左回りの要望であり、魚粉製造業では右回りの原料としての魚腸骨を確保する時に、左回りの配合飼料工場の要望・意見である「新鮮で不純物として他のごみが混入していない魚腸骨」を要望する。一般的に、魚粉製造工場が製造する魚粉・魚油は

一定の「品質基準」がクリア出来れば、その製品は流過程に乗りどこの配合飼料工場に納入しても同等の評価が得られ、売価にも殆ど差がない。これは国内製品に限らず世界中に流通している製品であり、評価はどこの国でも同じである。また逆に言えば販売も自由であり、魚粉製造業者は適正な評価をしない配合飼料工場には出荷しないだろう。

前述のように、魚腸骨リサイクル事業において最も重要なことは、「魚腸骨の収集システムの確立」と「地域に調和した無公害施設の確立」である。安全で上質の製品の生産というまでもないことである。製品としての魚粉・魚油の品質評価はAV値（酸化度）と栄養成分の含有量や重金属類の分析結果等とで客観的に決まるが、これは原料としての魚腸骨の鮮度が決め手になっている。鮮度が悪ければいくら良い設備で生産しても良質の製品は出来ない。その上、原料の鮮度が落ちると悪臭や汚水の原因物質も飛躍的に増大し、公害防止のための操作を困難にさせる。これら全ての事柄を解決するためには、「魚腸骨の早期回収・早期処理」が魚粉・魚油製造にとって必須条件である。回収担当員は全員排出元の鮮魚店やスーパーが閉店すると同時に個別に直接排出店に出向き回収する。その時異物の混入等についても要望を伝え、

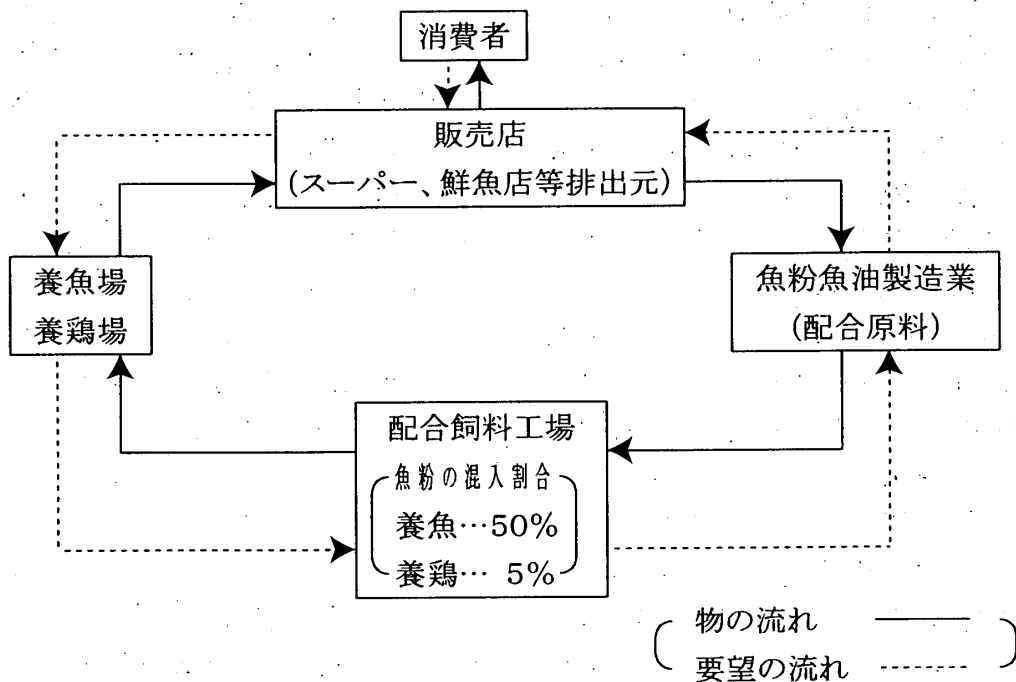


図4. 物の流れと要望の流れ

互いに顔の見える回収方法が重要である。従って、魚腸骨から魚粉・魚油を製造する事業においては、それぞれの事業者によって生産される製品の品質に優劣が生じ、製品の売価に差が出ることが多い（2～3割の差がある）。これは機械設備（ハード）および体制システム（ソフト）の両方に関係した事業所の実力として現れる。

この業種は装置産業であり、生産設備にしても公害防止設備にしても一通りの全ての設備が必要である。規模が大きければ各機器のボリュームが大きくなるだけであり、機械の数は大きな工場であろうが小規模であろうが同じである。魚腸骨の処理量で事業所の規模が決まるが、公害防止装置に対する投資額は企業の規模に直接比例するわけでもない。大規模になれば設備コスト率が安くなり、魚腸骨の処理量が増加すれば製品の単位生産量当たりの生産原価も安くなる。鮮度の良い原料を処理すれば、良質の製品を造ることができると同時に悪臭や汚水等の公害発生も軽減できる。つまり腐敗の程度と悪臭物質や汚水物質は比例して多くなるので、1時間でも早く製造することを心掛けて、悪臭物質や汚水物質の発生阻止に努力しなければならない。魚粉・魚油製造工程において

発生する汚染物質はもちろん有機物質であり、各機器（クッカー・プレス・ドライヤー等、図3参照）の操作過程で生じた悪臭物質は吸引して集めてボイラーで焼却する。工場内の希薄な臭気物質については工場全体を閉鎖系にして天上部から臭気を吸引して、それを酸およびアルカリで洗浄して除去する。迷惑施設にもなる魚腸骨処理工場は、立地と合わせて重要なのが近隣住民への配慮である。規模が大きくなれば公害防止設備にも充分投資ができる。利益を生まない公害設備ではあるけれど、可能な限りの最大限の努力をすべきである。これを抜きにして企業の存続はあり得ない。

## 5. おわりに

### — 循環資源としての魚腸骨の

#### 有効利用の確立を目指して—

循環型社会形成推進基本法の制定を契機にして、資源を効率的に利用して廃棄物を排出しないこと、排出された廃棄物（循環資源という）は資源として利用すること、どうしても再利用できない廃棄物は適正に処分すること；このような考え方を社会経済の基本原則として定着させなければ

ならない。これにより持続的な発展を指向する循環型社会へ転換されるであろう。この基本法で、特に「3R」活動を確実に推進して、天然資源の消費を抑制したり環境への負荷も低減させる「循環型社会」を早急に形成しなければならない。<sup>3)</sup>

さて、都市残渣から魚粉・魚油を製造している関東以西の事業所は表2の通りであるが、関東・東海の事業所と西日本とでは全く違った形態になっている。関東・東海地方のS社、T社およびH社は全て民間企業で処理量が日量100トンを超えた大きな企業である。特に、関東の事業所は首都圏に立地し大消費地を控えているので、1都8県から収集する魚腸骨は日量約750t(S・T社)もある。そのため経営の基本となる原料の確保が容易に達成され、最高の機械設備(ハード)と最高の体制(ソフト)で良質の製品作りに徹している。環境問題を含めた危機管理体制もあらゆる事態を想定し充実しており、地方の中小事業所の目標とする企業である。特に、S社では市街地に位置し100m以内に学校もあり、悪臭公害ゼロの事業所である。大量処理工場、即ち公害発生企業ではなく、逆に大量処理することで、経営の安定化・設備の充実・良品の製造さらには無公害施設に成長している。

これに反し、西日本の地方都市に立地するほとんどの企業は、大阪に第三セクター方式で設置されている事業所を除いて、日量15トンから50トン程度の事業所が多い。これらの事業所は生産設備は一応充実したが、公害防止のための設備が充

分に完備できていない所もあるのが現状である。この中でも、広島水産加工においては苦戦しながら周囲の環境に調和しながら企業活動を続けている。このような平素の企業活動が評価されて、平成12年度には「魚さいのリサイクル」というテーマで経済産業省から産業技術環境局長省を受賞している。<sup>20)~22)</sup> 循環型社会の形成に向けて活動している企業が、地域の住民に悪臭発生や水質汚濁等の公害問題で迷惑をかけるようでは、残念ながらその地域に企業が存立しても評価されないことは企業経営者として十分に認識して活動を継続しなければならない。

誇りの持てる企業倫理を堅持しながら、魚腸骨の処理事業が持続的に発展していくためには、環境に調和し健全な企業経営が出来るシステムの構築を達成し、地域住民からも行政からも評価される事業所に成長しなければならない。表3に中四国地方の魚腸骨処理工場を示しているが、山口県には処理工場が2社あるが、広島県、鳥取県、島根県、高知県に各1社存在し、岡山県および四国3県には魚腸骨処理工場が全く存在していない。魚腸骨のリサイクル工場が存立していないということは、鮮魚店やスーパーから排出された魚腸骨の大部分が塵芥処理業者によって事業系一般廃棄物として市町村が運営する公立の焼却場で焼却処理されていることになる。循環型社会形成促進基本法の個別法として食品リサイクル法が平成13年から施行されており、多くの鮮魚店やスーパーにおいても環境省が提案している「環の国」日本

表3. 中四国地方の魚腸骨処理工場数

広島県	1社	愛媛県	0社
山口県	2社	香川県	0社
岡山県	0社	徳島県	0社
鳥取県	1社	高知県	1社
島根県	1社		

を目指す方向は理解されているはずである。<sup>6)</sup> 大多数の国民も一般廃棄物の中でかなりの量を占める魚腸骨は是非ともリサイクルして飼料や食品に返すべきであると思われるに違いない。しかし、魚腸骨の処理量が数十トンの規模で持続的に企業を発展させて地域に貢献することは大変困難である。この難事業を克服して、環境に調和して地域に共生できるリサイクル事業を持続的に発展させるためには、前述のように「魚腸骨の収集システムを確立」した上で、「魚腸骨の収集規模を拡張」すべきである。現状では、前述の通り岡山・広島・山口・愛媛・香川の環瀬戸内海5県の魚腸骨の多くのものが焼却処理されているので、これらの地域の魚腸骨を効率よく収集してリサイクルに転向しなければならない。これを解決するために、環瀬戸内海5県の魚腸骨を広域的に収集して、収集地の中心となる広島県東部か岡山県西部に首都圏のS社のような生産設備や環境対応型の施設を有する工場を設置することが最善の策のように考えられる。収集システムとしては、各県に2回収ブロックを形成し、ここが回収の中継点で、ここから処理工場までは冷凍機が装備された大型車で輸送とする。回収ブロックは5県で10ブロックになるが、1ブロックを5名の回収スタッフで小型車を使用して担当者と排出業者との間での信頼関係を維持しながら収集に専念できるようにする。このように環瀬戸内海5県の魚腸骨を「広域的に効率よく収集するシステム」を確立し、過去に培った製造技術をもとにして「地域に調和した無公害施設を確立」して、社会に評価される事業所に進化していかなければならない。

## 文 献

- 1) 松尾昭彦, 2001, 自然と共生する人間環境の視点「暮らしと環境の視点」, 学文社.
- 2) 松尾昭彦, 2001, 持続可能な発展とエコビジネスの視点「暮らしと環境の視点」, 学文社.
- 3) クリーン・ジャパンセンター編, 2001, 循環型社会 実行元年一法制度と3Rの動向, ケーエス・スタジオ.
- 4) 松尾昭彦・中峠禎孝, 1995, 呉地域における産業廃棄物の現況, 社会情報学研究, 1, 29-44
- 5) F. Capra and G. Pauli (赤池学監訳), 1996, ゼロエミッション, ダイヤモンド社.
- 6) 環境省編, 2001, 平成13年度版環境白書, p. 57, ぎょうせい.
- 7) 未踏科学技術協会・エコマテリアル協会共編, 1995, LCAのすべて, 工業調査会.
- 8) 山本啓介・川邊眞敬・松尾昭彦, 2000, 循環型社会構築に向けてのエコタウン, 社会情報学研究, 6, 169-184.
- 9) 山本啓介, 「呉大学修士論文」一般廃棄物の効率的な資源化に向けての循環型システムに関する研究.
- 10) 厚生省編, 1999, ごみの話, 環境省ホームページ (<http://www.env.go.jp/>).
- 11) 松尾昭彦, 2001, 人間の活動と環境問題の視点, 「暮らしと環境の視点」, 学文社.
- 12) 環境省ホームページ (<http://www.env.go.jp/>).
- 13) 環境省編, 2001, 平成13年度版循環型社会白書, ぎょうせい.
- 14) 環境法令研究会編, 2002, 環境六法(平成14年度版), 中央法規.
- 15) 「使用済自動車の再資源化等に関する法律」(自動車リサイクル法)は2000年7月12日に公布された.
- 16) 読売新聞(1996年6月29日付記事).
- 17) 日本フィッシュミール協会資料, 2001 (<http://www.nippo.co.jp/s0725up.htm>).
- 18) 植田光昭, 2002, 講演資料, 日報主催 (<http://www.nippo.co.jp/>).
- 19) 東京都清掃局編, 1993, 魚腸骨処理に関する調査報告書, 千代田ディムス・アンド・ムーア.
- 20) 中国新聞(2001年4月18日付記事).
- 21) 朝日新聞(2001年7月5日付記事).
- 22) 読売新聞(2002年10月3日付記事).