

給食実習により発生するごみ調査

酒井 護、田中美代子、山本 攻、北野雅昭、神浦俊一

Investigation of Garbage Quantities Generated by Cooking Practice

Mamoru SAKAI, Miyoko TANAKA, Osamu YAMAMOTO, Masaaki KITANO and Toshikazu KAMIURA

Abstract

Composting of raw garbage from school lunches or cooking practice activities has been performed at various schools as a part of dietary education. Data for total amounts of generated garbage and mineral components in waste portions of food are necessary to make these tasks systematic and continuous. This study investigated the mass of garbage generated by 14 cooking practice sessions at Osaka City Nutrition College and compared differences according to the menus. Moreover, mineral components in cooking residues of 16 kinds were evaluated by the tendency of distribution ratio between edible and waste portions. Results show that a procedure of making soup stock using boiled food produced particularly heavy amounts of garbage. The weight of vegetable skins was about 10% of their edible portion. Regarding minerals such as calcium, phosphorus, and potassium, most tended to be included in edible parts. Nevertheless, waste parts included most of the iron, manganese, magnesium, copper, and zinc.

Key words: garbage by cooking-practice, minerals component, dietary education

I はじめに

国内では、約9,100万トンの農林水産物が食品に仕向けられている[1]。これらが加工され、一般家庭から約1,110万トン、流通/外食産業から約500万トンの食品由来の一般廃棄物、食品産業から約300万トンの産業廃棄物が発生していると推計されている[2]。これら1,900万トンのごみのうち、「食品ロス」(流通過程での余剰在庫や食べ残しなど、本来食べられるにもかかわらず廃棄される食品)は、500~900万トン程度であるとされている[1]。また、農林水産省のまとめによると、日本におけるカロリーベースの食料自給率は、41%(2007年)である(生産額ベースの総合食料自給率は65%)[3]。この値は、アメリカ(128%)、フランス(122%)、ドイツ(84%)、英国(70%)などの先進国と比較して、非常に小さな値である[3]。すなわち、日本では、消費される食品(カロリーベース)の半分以上を海外からの輸入に依存しながら、供給量の約20%を廃棄していると計算される(食品ロスは、供給量の5~10%)。

また、環境省の調査[4]によると、国内での都市ごみの発生量は、約4,500万トンであり(2008年度)、その処理に、約1.4兆円の費用が使われている(都市ごみ1キログラムあたり約30円)[5]。1955年には、一日あたりの都市ごみの発生量は約1.25万トンであった[6]が、半世紀の間に約10倍に増えた。このような背景から、1)処理費用の増大、2)処理施設の立地の困難性、3)不法投棄の増大、などのごみに関係する社会問題が顕在化してきた[7]。こうした中、2000年に成立した「循環型社会形成推進基本法」では、天然資源の消費を抑制し、環境への負荷ができる限り低減される社会(循環型社会)を形成するための手段として国民に、1)発生抑制(Reduce)、2)再使用(Reuse)、3)再生利用(Recycle)の順位での取り組み(3R)を求めており、ごみの発生抑制は喫緊の課題となっている。一般家庭から排出される都市ごみのうち30%以上は、調理くずや食べ残しなどの台所ごみであることが報告されている[8]。すなわち、食品を大切にし、食品産業や一般家庭での食品ごみの量

大阪市立環境科学研究所

〒543-0026 大阪市天王寺区東上町 8-34

Osaka City Institute of Public Health and Environmental Sciences

8-34 Tojo-cho, Tennoji-ku, Osaka 543-0026, Japan

を減らすことは、都市ごみ量の削減に対して有効な取組みと考えることができる。

近年、食生活やこれを取り巻く環境の変化に伴い、食に関する知識と食を選択する力を習得し、健全な食生活を実践することができる人間を育てる「食育」が重要となってきた。そのため、政府は食育に関する施策を総合的かつ計画的に推進すること等を目的として、平成17年7月に「食育基本法」を施行し、平成18年3月には「食育推進基本計画」を策定した[9]。また、大阪市では、平成20年3月に「大阪市食育推進計画」を策定した[10]。本計画では、今後の方向性として、『ごみの減量に関する取組みを通して「食材を無駄にしない」、「食べ物を大切にすること」という意識をおとなだけでなく子どもたちにも浸透させるよう努めます』旨の重要性が述べられている。具体的な方策として、「親子料理教室の実施」により、小学生と保護者が一緒に料理づくりをしながら、ごみの減量を考えることを目的とし、「親子料理教室」の開催が検討されているところである。さらに、平成19年11月に中央環境審議会は、『食品循環資源の再生利用等の促進に関する基本方針の改定等について(答申)』[11]において、食育の一環として「学校給食から排出される食品循環資源から肥料や飼料を製造し、これらを、校庭の花壇や飼育舎で活用したり、さらにその肥料や飼料を用いて生産された農畜水産物等を再び学校給食で利用したりすることを通じた子どもの食に対する理解の促進」に関する取組みを図ることを答申した。

こうした食育に関連した取組みとして、小中学校において学校給食や家庭科の調理実習で発生する調理くずにより作成した堆肥を花壇などで使用している事例が報告されている[12-15]。植物が生育するためには空気中から吸収する炭素・水素・酸素の他、三大栄養素とされる窒素・リン・カリウムなどの元素が必要となる。その他、マグネシウム、カルシウム、鉄などの微量ミネラルも必要となる[16]。また、植物種によっても、生育に必要なミネラルの量や、施肥の時期も異なっている[17]。つまり、このような活動を計画的に実践するためには、1)給食の調理に伴い発生するごみの量を把握することが必要となる。さ

表1 無機質を測定した食品

| 〈果物, 野菜〉 | 〈動物由来〉 |
|------------|------------|
| 1. とうもろの根 | 1. ダシ用かつお節 |
| 2. ナスのヘタ | 2. 鶏ガラ |
| 3. しめじ | 3. 鶏ささみ |
| 4. しろネギ | 4. 卵殻 |
| 5. ダシこんぶ | |
| 6. かぶの葉 | |
| 7. ニンジンの皮 | |
| 8. エダマメのさや | |
| 9. タマネギの皮 | |
| 10. タケノコの皮 | |
| 11. ゴボウの皮 | |
| 12. アボカドの種 | |

らに、堆肥の作成にあたり、植物の生育に必要な2)調理くずに含まれる無機質(ミネラル)の濃度、などの情報が必要となる。本調査では、平成21年5月から12月の間に実施された専門学校の給食実習(合計14回)時に排出されたごみの重量と一部の調理くずに含まれる無機質の量を調査した。これらについて、ごみの発生量が多くなるようなメニューの傾向を検討した。また、無機質の量から、作成した堆肥に含まれるべきミネラルの混合と可食部/廃棄部への無機質の分配について検討した。

II 実験方法

1) 実験の試料

実習終了後直ちに、食品系のごみ(調理くずおよび残飯)とその他のごみ(容器包装材やラップ等)に分類後重量を測定し、その比率を計算した。また、1回あたり90人分の食事を調理しており、献立は1食あたりのエネルギーの合計が600~700kcal程度となるように専門学校学生により考案されている。

2) 無機質の分析

上記の方法により採取された調理くずのうち、献立に関わらず、大量に分離することができた材料のうち、表1に示した16種類(植物に由来する12種類および動物に由来する4種類)の食品について分析を行った。これらは、乾燥機(85℃)で三昼夜加熱し、含有水分を乾燥したものをを用い、さらに、全体を均質にするため、ミルにより粉碎し、目開き500μmのふるい下のものを使用した。

今回の調査では、可食部中のものと比較することを目的としているため、表2.1に示した14種類の元素について、分析を行った。これらの14元素は、五訂増補日本食

表2.1 元素の分析方法

| 元素 | 前処理法 | 定量分析法 |
|--------|--------|-----------------|
| 炭素 | — | リービヒ法 |
| 水素 | — | リービヒ法 |
| 窒素 | ケルダール法 | 滴定法 |
| ナトリウム | 王水分解 | 原子吸光分析法 |
| カリウム | 王水分解 | 原子吸光分析法 |
| リン | 王水分解 | モリブデンブルー法 |
| カルシウム | 王水分解 | 原子吸光分析法 |
| 塩素 | ポンプ法 | IC(イオンクロマトグラフ)法 |
| 硫黄 | ポンプ法 | IC(イオンクロマトグラフ)法 |
| マグネシウム | 王水分解 | 原子吸光分析法 |
| 鉄 | 王水分解 | 原子吸光分析法 |
| 亜鉛 | 王水分解 | 原子吸光分析法 |
| マンガン | 王水分解 | 原子吸光分析法 |
| 銅 | 王水分解 | 原子吸光分析法 |

表2.2 定量分析に用いた機器

| 分析機器 | メーカー | 型式 |
|-----------|-------|---------|
| 原子吸光光度計 | 島津製作所 | AA-6300 |
| 可視紫外吸光光度計 | 日立 | U-2001 |
| IC計 | 東ソー | IC-2001 |

品標準成分表[18]に可食部中の含有量が示されているものを対象とした。分析のための前処理方法や定量分析法も表2.1および表2.2に記載のとおりである。

Ⅲ 結果と考察

1) 文献による食品の廃棄量

文献[18]により、食品群別に廃棄率をまとめると図1の通りとなった。図1では、食品(小分類)別に廃棄率を0%, 1-9%, 10-50%および50%超の4階級に分類し、食品群ごとに各階級に属する食品数の比率で表した。この際、例えばさつまいもであっても、調理法により廃棄率は、生(02006)では10%, 蒸し(02007)では3%, 焼き(02008)では10%および蒸し切干(02009)では0%と異なっている。そのため、図1では、これら調理方法により違う食品番号が割り当てられているものは別の食品として扱った。「穀類」、「砂糖及び甘味類」、「豆類」、「乳類」、「油脂類」、「嗜好飲料類」、「調味料及び香辛料類」および「調理加工食品類」の8群については、廃棄率がゼロであり、これらのものを使用したメニューでは調理くずが発生しない。逆に、「野菜類」では、半数以上の食品に根や皮など(全重量の10%未満)の廃棄部が発生している。ただし、アーティチョーク(花床の基部; 75%)や、えだまめ(さや; 50%)など廃棄部が50%を超えるものもあった。また、魚介類は、廃棄部が50%を超えている食品が、全体の20%程度であった。これらには、殻、頭部や内臓などが含まれる。

2) 給食によるごみの発生量

各回の実習において、献立別に用意した食品の重量とごみの発生量を棒グラフで、これらの比率を×印

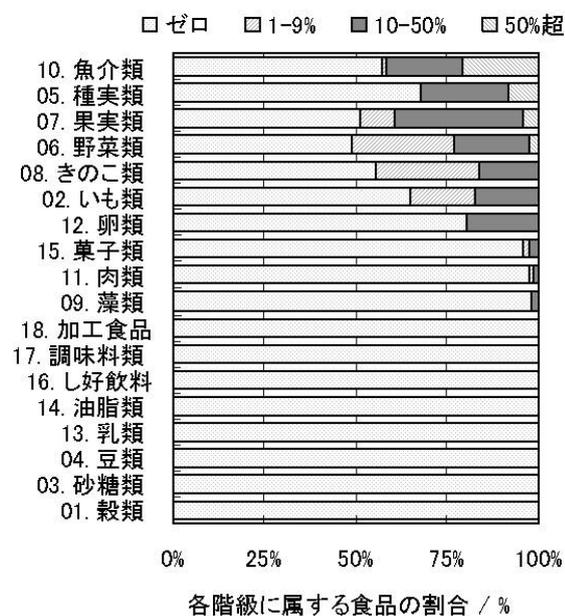


図1 食品成分表[18]による食品の廃棄率

で図2に示す。用意した食品は、主食、汁物(シチュー、カレー等も含む)、おかずおよびデザート(別)に左側のグラフとした。これらは、水やだし汁などの液体の重量は除いて計算した(醤油など液体の調味料は重量に含む)。発生したごみは、調理くずや残飯などの「食品ごみ」と食品の容器包装材、ラップやキッチンタオルなどの「非食品ごみ」の別に右側に示した。用意した食品の量(90人分)は、36~67kgまで分布していた。その中で、17kg以上の多くのごみが発生していたメニューAおよびメニューBでは、食品ごみの中にだし汁の作成のために使用した鶏がらやこんぶがそれぞれ、9kgおよび4.5kg程度含まれていた。同様に10kg以上の食品ごみが発生したメニューCおよびメニューDでもだし汁を作成するためのかつお節やこんぶが含まれていた。これらは、準備した物がほぼ全量廃棄される他、調理の過程で吸収した水分も含めて廃棄されるために、ごみの重量が大きくなる。一方、食品ごみの発生量が5kg以下であったメニューJ、メニューLおよびメニューNでは、汁物が卵スープ、ビーフシチューおよびスープカレーなどであったため、だし汁は市販のものを使用しており、ごみの発生は少なかった。また、メニューFでは、スープのだし汁をおかずの豚ロースの煮汁で作成しており、このような工夫によりごみの発生を抑制することができた。また、文献[18]による整理の結果より果物・野菜は、廃棄率がゼロでない食品が多い。各メニューにおける果物類・野菜類・きのご類の重量(全体の20-40%を占める)と食品ごみの発生量の関係は図3に示したとおりであり、相関関係は見られなかった(相関係数は-0.3程度)。ただし、図3において●印で示した食品ごみが10kgを超えていたメニュー(だし汁由来のごみが多い)も

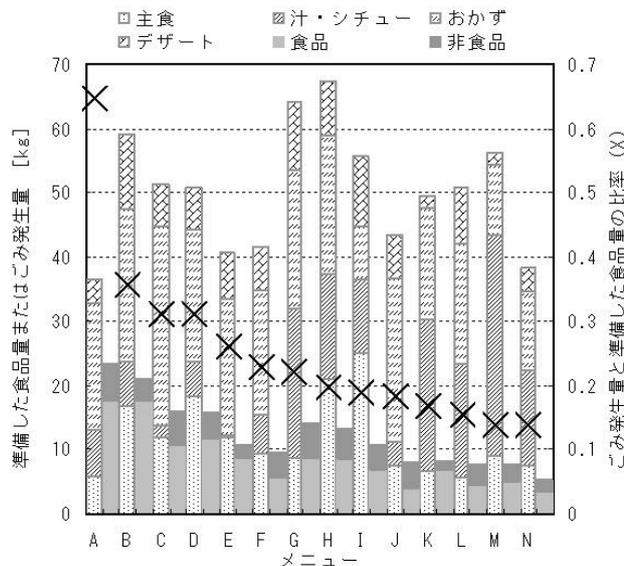


図2 メニュー別のごみの発生量

各メニューの左側は用意した食品
右側は廃棄物の重量を種類別に表した

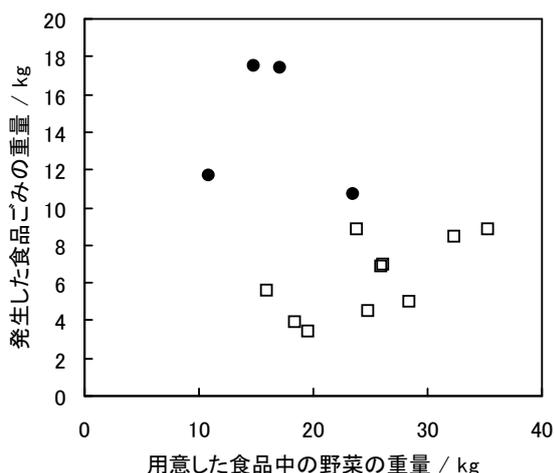


図3 野菜の重量と食品ごみ発生量の関係

●でプロットしたものは食品ごみが10kgを超えていた

のを除けば、相関係数は0.7程度となる。つまり、今回の調査結果から、食品ごみの発生量を多くする要因として、だし汁に由来する成分(準備した全量と調理の過程で吸収する水分の和)と野菜の皮や果物の種(準備した量の10%程度)などを挙げることができる。

今回の調査では、給食実習に魚介類を使用したメニューはなかったために、十分な解析はできていない。しかし、1)による結果から類推すれば、魚介類を使用したようなメニューでも同様に調理くずの発生量が大きくなると推察することができる。

また、これらの解析とは別に、非食品ごみ(1~6kgの範囲で発生)には、容器包装材とラップやキッチンタオルなど調理に伴い発生するごみに分類される。しかし、容器包装材の重量は、その他のごみの0.1~2倍程度であり、発生量に明瞭な傾向は見出せなかった。

3) 無機質の分析結果

調理くず中の元素の分布の様子を図4に示す。図4では、無機成分が中心である卵殻(×印で表現)を除いた、15種類の食品の測定結果の分布を、左側から、最小値、中央値および最大値で表し、中央値の小さい順に下から並べた。炭素、水素および窒素は、10,000mg/kg以上と大きな比率で存在していた。また、炭素および水素は、狭い範囲(最大値と最小値の比率が1.5倍程度)での分布となっていた。その他の元素は、分布の範囲は10倍程度と大きなものであった。さらに、カリウム、ナトリウム、リンおよびマグネシウムは、他のミネラル分と比較して高含有率で含まれているが、銅、亜鉛およびマンガンの含有率は、100mg/kg以下と小さいものとなっていた。また、分析値の傾向として、カリウムは植物由来のものに多く、リンおよび窒素は動物由

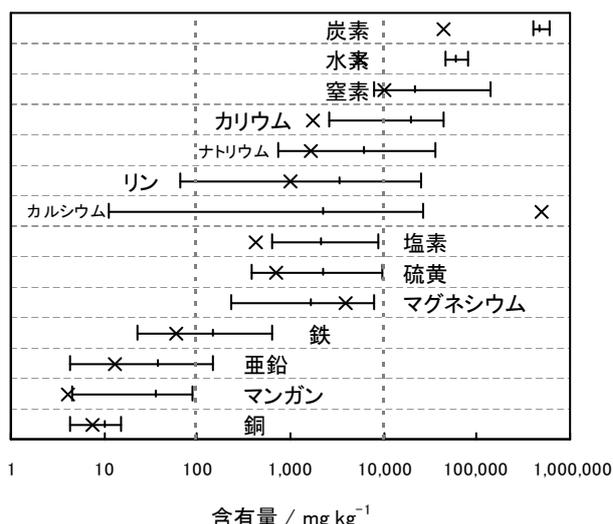


図4 廃棄部中の無機質の含有量分布

(各元素の縦線は、左から最小値、中央値、最大値である)

×は卵殻(無機質が中心となるために別に表記)であり、統計量の計算には含めていない

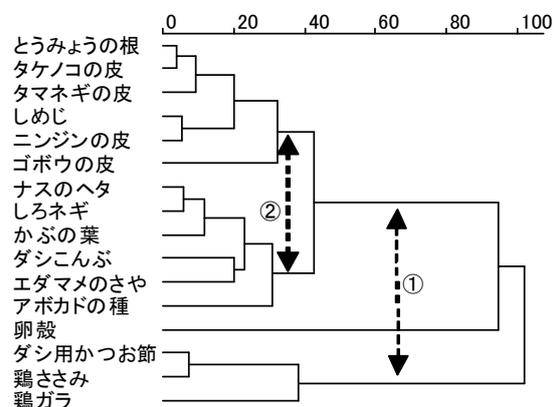


図5 測定結果のクラスター分析結果

来のものに多く含まれていた。これら、廃棄部中の含有量の傾向については、可食部中のものと同様の傾向にあった。つまり、これらの調理くずを堆肥原料として使用するためには、三大栄養素であるカリウム・リン・窒素のバランスを栽培する植物の生育にあわせ、植物由来のものと動物由来のものを配合することが求められる。

また、これらの廃棄部中の元素分析結果について、クラスター分析を行い食品ごとの元素含有量の傾向を検討した。クラスター分析は、分析した元素の別に平均がゼロ、標準偏差が1となるように正規化した数値から平方距離を計算し、クラスターの統合はワード法による。これらの計算は、成書[19]を参考にプログラムを自作した。その結果として図5にデンドログラムを示す。図5において、①で線引きすれば動物/植物由来の境界であり(窒素およびリン)、②で線引きすれば植物由来であっても食塩(塩素)の含有量によってクラスターが分離された。つまり、今回分析の対象とした16種類の食品の廃棄部に含まれる元素の含有量は、窒素/リン/

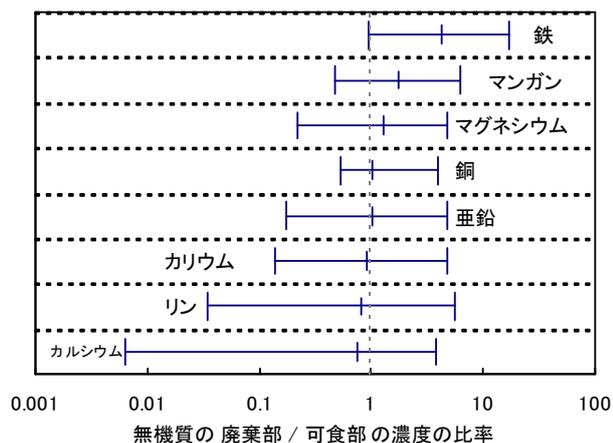


図6 無機質の廃棄部/可食部への分布

各プロットの縦線は左から最小値, 中央値, 最大値を表す。

ナトリウム/塩素の含有量が、その性質の決定に与える寄与が大きいという結果となった。

さらに、これらの食品のうち植物由来の12検体について、可食部と廃棄部のそれぞれについて、絶乾単位重量あたりに含まれる無機質の重量を比較した。無機質の重量について、廃棄部中のは本調査結果により、可食部中のは文献[18]により参照し、その比率(廃棄部/可食部)を対数により図6に示す(ナトリウムは可食部中のもが小さい場合が含まれており比較できなかったため本図にはプロットしなかった)。図6で縦線は左から、最小値、中央値および最大値を表し、中央値の小さい順に下から並べた。中央値が1よりも大きい無機質は、廃棄部での含有率が大きく、逆に1よりも小さいものは可食部での含有率が大きい傾向にあると考えられる。つまり、植物由来のものに関しては、カルシウム、リンおよびカリウムは可食部の含有率が大きくなる傾向にある。逆に、鉄、マンガン、マグネシウム、銅および亜鉛は、廃棄部の含有率が大きくなる傾向にあった。

IV まとめ

給食実習により発生したごみを調査した結果、以下のことが明らかとなった:

- 食品ごみの発生量を多くする要因として、だし汁に由来する成分(準備した全量と調理の過程で吸収する水分の和)野菜の皮や果物の種(準備した量の10%程度)を上げることができた。
- 元素含有量の多寡に関する全体的な傾向は、廃棄部および可食部中で同様であった。
- 廃棄部の元素分析の結果をクラスター分析した結果、窒素/リン/ナトリウム/塩素の含有量が、その性質の決定に与える寄与が大きいことが示唆された。

- 植物由来の食品について、無機質の廃棄部と可食部での含有の傾向について検討した結果、カルシウム、リンおよびカリウムは可食部の含有率が大きく、鉄、マンガン、マグネシウム、銅および亜鉛は、廃棄部の含有率が大きい傾向にあった。

謝辞 本調査の一部は、平成21年度大阪市立環境科学研究所附設栄養専門学校の卒業研究(内山喜三雄氏および道旗望美氏)、関西電力株式会社研究開発室電力技術研究所環境技術研究センターとの共同研究「都市の環境問題に関する対策研究」として実施した。関係各位のご好意に深謝いたします。

参考文献

- 農林水産省総合食料局食品産業企画課食品環境対策室, 食品ロスの削減に向けて, http://www.maff.go.jp/j/soushoku/recycle/syoku_loss/index.html
- 環境省総合環境政策局環境計画課, 環境統計集(2009), <http://www.env.go.jp/doc/toukei/data/09ex344.xls>
- 農林水産省大臣官房食料安全保障課, 食料自給率の部屋, <http://www.maff.go.jp/j/zyukyu/index.html>
- 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部廃棄物対策課, 日本の廃棄物処理(平成20年度版), http://www.env.go.jp/recycle/waste_tech/ippan/h20/index.html
- 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部廃棄物対策課, 環境省廃棄物処理技術情報, http://www.env.go.jp/recycle/waste_tech/ippan/h20/index.html
- 厚生労働省, 厚生白書(昭和33年), <http://www.hakusyo.mhlw.go.jp/wpdocs/hpaz195801/b0067.html#tb2.87>
- 環境省, 環境白書(平成22年度), <http://www.env.go.jp/policy/hakusyo/>
- 大阪市環境局, 一般廃棄物(家庭系ごみ)組成成分調査報告書(平成21年3月), 2009.
- 内閣府食育推進室, リーフレット「食育推進基本計画」, <http://www8.cao.go.jp/syokuiku/data/leaf/index.html>
- 大阪市健康福祉局健康推進部健康づくり担当, 大阪市食育推進計画, <http://www.city.osaka.lg.jp/kenkofukushi/page/000018671.html>
- 中央環境審議会, 食品循環資源の再生利用等の促進に関する基本方針の改定等について(答申),

- <http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=9015> (2007).
- 12) 秋永優子. 調理実験実習における生ごみ処理. 福岡教育大学紀要 第5分冊 1995; 44: 93-98.
- 13) 石田康幸, 加藤智博, 山本利一. 生ごみ堆肥を用いた環境教育法の開発. 埼玉大学教育学部附属教育実践総合センター紀要 2009; 8: 113-123.
- 14) 福岡市環境局, 福岡市の環境, <http://kankyo.city.fukuoka.lg.jp/study/junior/ecoppa/index.html>
- 15) 大阪府箕面市役所みどりまちづくり部農とみどり政策課, (報道資料) “学校給食の食べ残し等からの堆肥”により遊休農地の再生!, http://www.city.minoh.lg.jp/nousei/houdou/100630houdou_nousei.html
- 16) 西村和雄. スローで楽しい有機農業コツの科学. 初版. 東京: 七つ森書館; 2004. 113-135頁.
- 17) 農林水産省生産局農業環境対策課, 都道府県施肥基準等, http://www.maff.go.jp/j/seisan/kankyo/hozen_type/h_sehi_kizyun/
- 18) 文部科学省, 科学技術・学術審議会・資源調査分科会 報告書; 五訂増補日本食品標準成分表, http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu3/toushin/05031802.htm
- 19) 田中豊, 脇本和昌. 多変量統計解析法. 初版. 京都: 株式会社現代数学社; 1983. 229-235頁.
- (引用したWEBサイトは、2010年7月9日にアクセスしたものである)