

Ⅲ 研究活動の概要

1. 平成4年度環境科学研究科プロジェクト報告

菅平における水循環と物質循環

(代表)古藤田 一 雄
田 瀬 則 雄
東 照 雄
松 本 栄 次

菅平は冬・夏に行楽地、高原野菜の産地として有名であるとともに、古くから土壌流出の多いことでも知られている。また、盆地中央は湿地であるが、近年排水工事などによる乾燥化により湿地の浄化機能の低下などが危惧されている。

本研究では、自然条件は多彩であるが土地利用状況は比較的単純である菅平盆地における水の循環と物質の循環を農業系物質の挙動(水系汚染)、土壌の流出などの環境問題に焦点を当てながら解明しようとするものである。

さらに、長期的な視野に立った観測体勢を整えることにより、これら環境問題の推移をとらえてゆくことも考えている。すでに自然環境野外実習などの実習地として利用しているが、今後も継続的に利用することを考えており、充実した実習を行うことができるようにしたいと考えている。また、菅平を研究地域とした修論研究がすでにいくつも行われており、今後も多分野からの研究も期待されるので、その基礎情報を提供することも予定している。

そして最終的には菅平高原実験センターとの共同で、現地での環境科学特講や公開講座の開講なども是非行いたいと考えている。

本年度は、現在までに行った修論などでの成果の取りまとめと、すでに行っている観測を中心に継続しながら、長期的な視野に立った観測体制の整備を行った。

菅平における気象観測は、気象庁のAMeDAS観測点が盆地中央の菅平小・中学校に設置されているほか、盆地東縁の筑波大学菅平高原実験センターでも自記記録により観測が行われている(図1)。盆地内では水文観測は定常的に行われていないが、下流の菅平ダムでは流入量が降水量とともに観測されている。昨年度より図1に示した盆地出口のR-a地点において、水位を10分間隔で自記記録させ、水位流量曲線により流量に変換している。1992年6月から10月までの観測結果を、日平均値で日降水量とともに示した(図2)。1993年の融雪出水の観測データを回収し次第、年間データとして解析する予定である。

また、個々の降雨イベントにおいて1時間間隔でのサンプリングを行い、降雨流出にともなう溶存物質の動態を解析している。降雨流出に伴う硝酸イオンや農薬の流出には土壌の流出(浮遊物質)が大きく関係しているデータを得ている。

個々の細かいテーマについては成果を発表して行くが、本研究のメインテーマは長期的な観測体

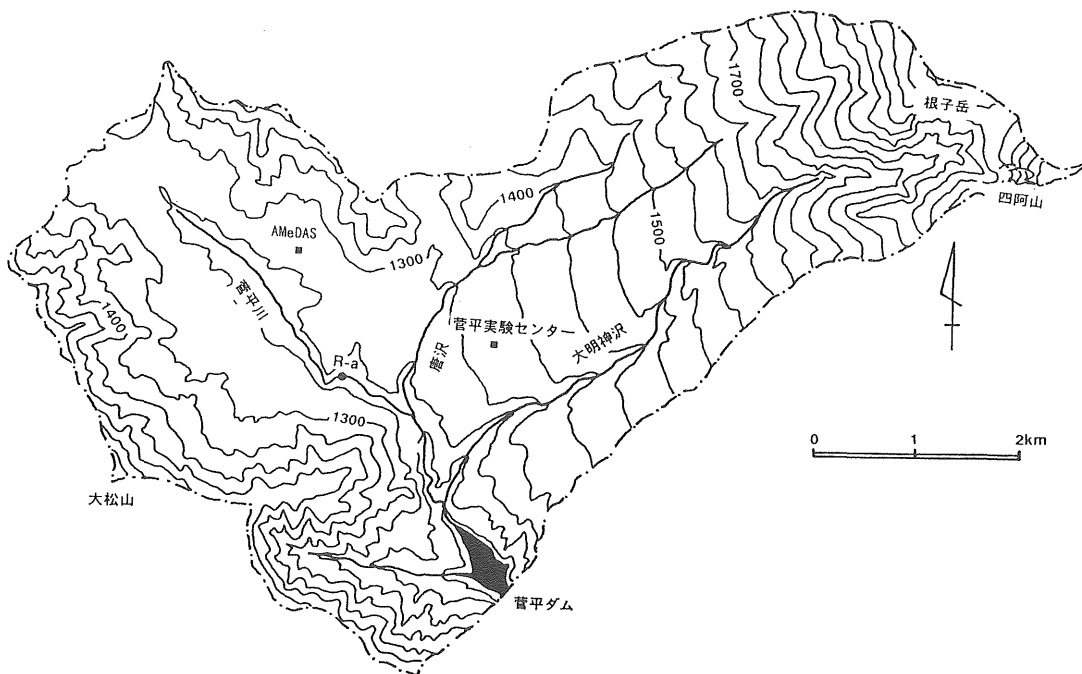


図1 菅平流域と観測地点の位置(等高線の単位は m)

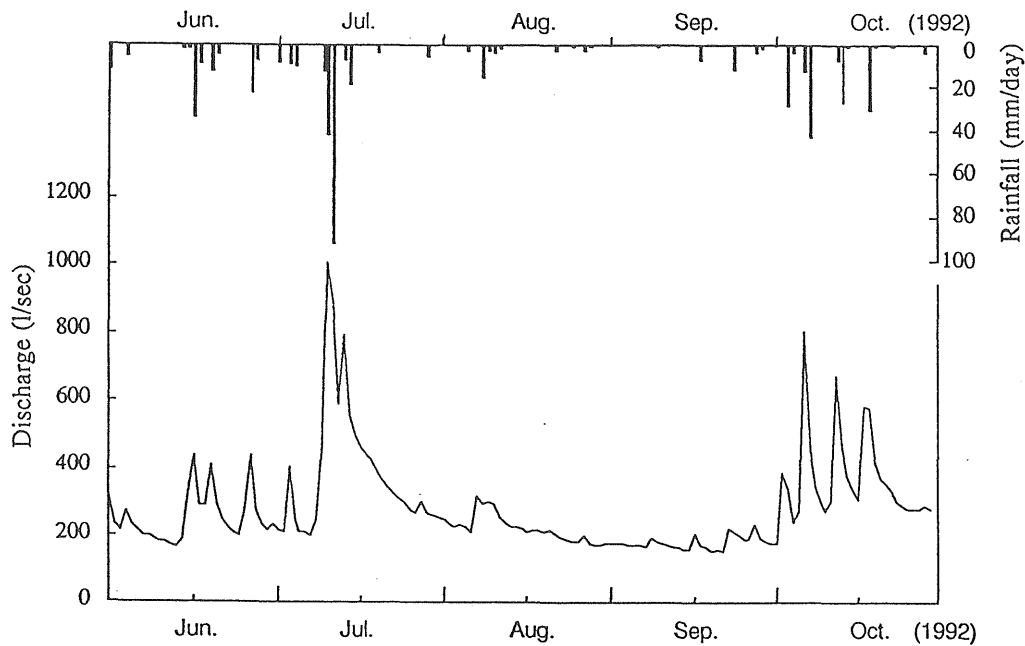


図2 菅平盆地 R-a 地点における日平均流量の変化。
降水は AMeDAS(菅平)の日降水量。

制を整え、地道であるが継続的な観測データを提供することにより、貴重なデータを提供できるものと確信している。

菅平・嬭恋地域関係修士論文一覧

鈴木和哉：長野県菅平盆地における地下水の挙動と水質について。平成4年度。

バンドバツダイ パルト：長野県菅平流域神川の水質変動について。平成4年度。

荒川祐介：嬭恋村の黒ボク土傾斜浸食畑における耕作・管理に伴う土壌理化学性と微細形態の変化。平成4年度。

谷山 稔：菅平盆地における水中の硝酸イオンについて。平成3年度。

阿部和子：菅平盆地における農薬 D-D の水系汚染に関する研究。平成2年度。

藤野篤弘：菅平盆地の畑地における表土の浸食。平成2年度。

柘植敏朗：菅平高原における融雪期の流出特性。昭和63年度。

石原 肇：ススキ草原とアカマツ林の土壌中の窒素形態の比較：昭和63年度。

佐伯明義：浅間山北麓の水質に関する研究：昭和62年度。

塩瀬 治：ブナ幼令林の窒素収支。昭和59年度。

田村憲司：菅平における草木群落二次遷移に伴う土壌環境の変化。昭和58年度。

山田孝雄：樹種の異なる4林分の落葉枝量と土壌環境。昭和58年度。

田内裕之：菅平における土地利用変遷とそこに成立する植生。昭和55年度。

地理情報システムの構築による山地河川の流域管理計画の試み

(代表)天 田 高 白

糸 賀 黎

安仁屋 政 武

佐 藤 俊

流域管理計画とは、河川の治水機能、利水機能、環境機能をバランスよくコントロールすることにより、景観に配慮し生態系を保ちながら、土石流や洪水等による災害を防止・軽減し、水を有効に活用できるようにすることを目指すものである。そのため水源涵養をはじめ森林の理水機能を最大限に発揮させるように管理することが重要である。山地河川は、溪床が急で不安定であり、流量の変化が激しく、山岳地域では、豪雨による山地斜面の崩壊とそれに起因する土石流などによる災害が多く、これらをいかに防止するか、または発生した場合、いかに被害を最小に食い止めるかが重要な課題となる。また、山地河川は美しい景観を作りだし、かつ動植物にとって重要な環境となっているので、災害対策のための構造物を建設する際は景観や生態系に配慮することも必要である。

このような観点から、流域管理の枠組みを図1のように設定して研究を行った。図に示されるように、多種多量のデータを扱うので、地理情報システム(GIS)の利用が有効と考えられる。地理情報システムは一般に、“空間データを特定の目的のため実世界から収集し、保存し、自由に検索して表示するための強力な手段”と定義される。強力な手段というのはコンピューターを使うという意味である。

流域管理計画にとって基本的なデータの一つである斜面崩壊危険度図の作成には、図1のような3つのモデルが考えられるが、この研究では(1)の統計モデルを採用し、これに必要なものを中心にデータの収集・作成を行い、コンピューター解析が行えるようデジタル化した。使用したソフトはARC/INFO(ベクターGIS)とERDAS(画像解析とラスターGIS)である。

研究対象河川として、石川県の手取川の上流部を選んだ。手取川は標高2702mの白山に源を発する、長さ72km、流域面積809km²、平均勾配1/27の全国でも有数の急流河川である。今年度は上流域が村の中心を流れる白峰村を主な対象地域としてデータを収集・作成し、デジタル化した。その一部を図2と3に示す。図2は牛首川(手取川本流の上流部)の水系図に1912年の出作り分布を重ね合わせたものである。水系図は2万5千分の1の地形図を使い、等高線の屈曲をもとに水が流れる谷を抽出し、これをデジタルタイザーでデジタル化したもので、流域管理にとって最も基本的なデータの一つである。“出作り”とは白山麓で1960年代までは大々的に行われていた、この地域独特の生業形態である。出作り分布図は、1912年発行の古い地形図に示されている山間部の畑を出作りと見なして作成した。これら2つのデータを重ね合わせた結果から、出作りは洪水・土石流などの危険性が大きい河原沿いには余り分布していなかったことが明らかになる。

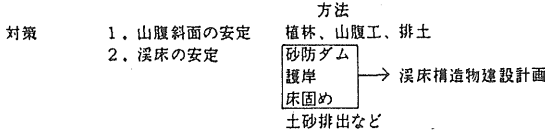
図3は地すべり分布を示している。地すべりは一般に、滑落崖(線で表示)と移動塊(閉曲線で表示)

1 概念

目的：GIS技術を使って、(水の有効利用を計ったり)災害が発生しないように渓床・河川およびその周辺を整備・管理する計画を策定する。

考え方：

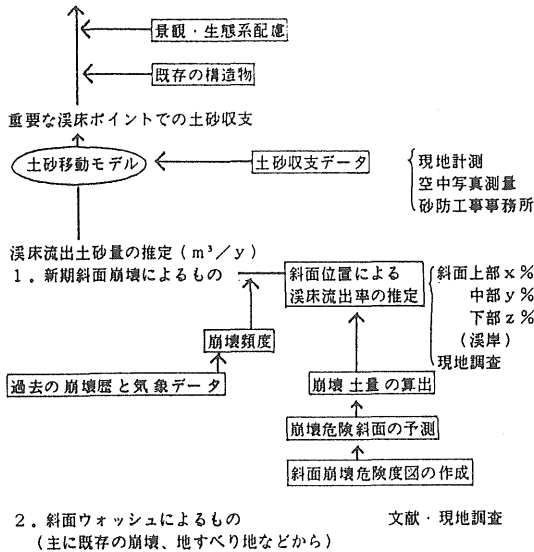
- 発生しうる災害
- 1. 斜面崩壊 (土砂の生産)
 - 2. 土石流 (土砂の移動)
 - 3. (洪水)



従って、ここでいう流域管理は具体的には、渓床構造物建設計画や土砂排出計画、山腹工等の立案となる。これらの計画立案に必要な情報をGIS技術により提供する。

1.1 具体的手順

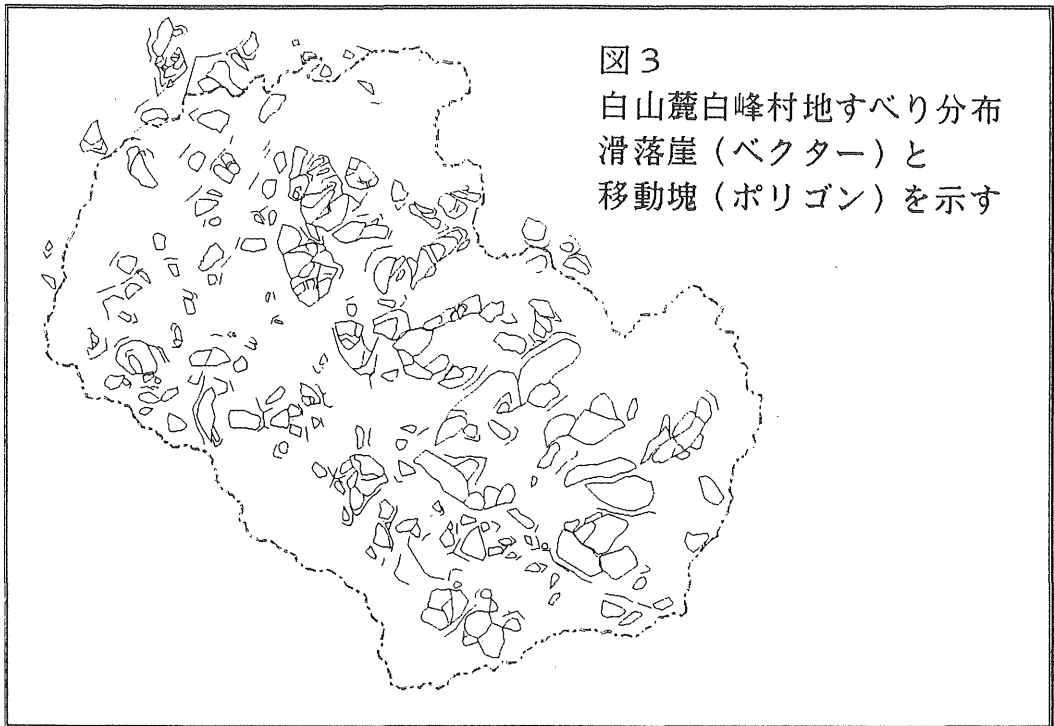
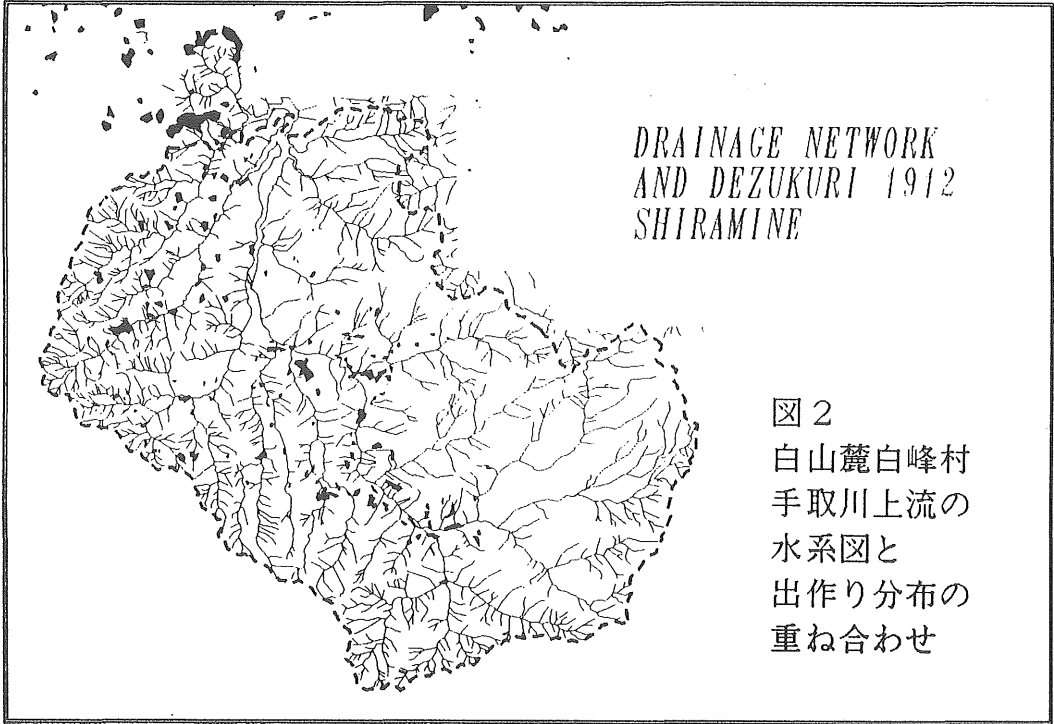
渓床構造物建設計画



1.1.1 斜面崩壊危険度図の作成

作成モデル	必要なデータ	収集法・出典等	不安定化要因	その他	
1. 統計的 (経験的)	標高 斜面傾斜 斜面方位 斜面型(凸、直、凹) 集水面積 水系 地質 土壌(厚さ) 植生	DEM 地形図、DEM 地質図、現地調査 土壌図、現地調査 植生図、写真判読 衛星データ解析	3. 不安定化要因	地形起伏度 地盤強度 誘因効果増幅率 漸増的要因 直前誘因 階増的要因	地形図、現地調査、 文献などからこれら 値を求めるが、現在 はまだ概念的で、危 険度図作成には不向 き
2. 斜面安定解析 (力学的)	土の粘着力 土の内部摩擦角 土の飽和単位体積重量 基岩面からの表土層厚 基岩面からの地下水位 有効間隙率 透水係数 根系による粘着力	現地調査 文献 などにより 値を推定			

図1 山地河川流域管理のための地理情報システム(GIS)構築



からなる。ここで示しているのは、米軍が撮影した縮尺4万分の1の空中写真を判読して作成した、手取川全流域の地すべり分布図の一部である。白峰村では非常に多くの地すべりが分布しているのが分かる。これと出作り分布図を重ねると(図省略)、出作りの多くが地すべり地に立地していたことが判明する。これらの地すべり地は古いものが多く、現在活発に動いているものは少ない。しかし、過去に動いたことにより、岩石が破碎され、脆く崩されやすくなっている。また崩れなくても、豪雨によって土砂が流出し易くなっている。流出した土砂は河原に溜り出水によって下流へ運ばれる。急激に運ばれると災害を引き起こす可能性が大きくなるので、構造物によって土砂を止めたり、溪床の勾配を緩くしたりすることで、土砂の出方をコントロールする。

その他、2万5千分の1の地形図の等高線をディジタイザーでなぞってDTMはDEM(Digital Terrain (Elevation) Model)を作成した。このデータから単位斜面の傾斜、方位などが既存のプログラムにより求められる。さらにプログラムを開発することにより、DEMから斜面型さらに集水面積なども計算可能である。地質に関しては、既存の20万分の1の地質図をデジタル化した。土壌に関しては、崩壊にとっては厚さが重要なデータであるが、今の所はない。土壌のタイプは既存の20万分の1の土壌図をデジタル化した。植生も同様な状況である。植物生態学的な分類による植生図は20万分の1があるので、これをデジタル化した。しかし、斜面崩壊に影響が大きいのは、植種よりも天然か人工か、伐採跡地・草原などといった分類である。しかしこのような分類図は未作成である。

1988年10月8日撮影のスポット衛星データを解析して、白峰村の土地被覆分類図を作成したが、秋で太陽高度が低いので山間部では影の撮影が強くなりあまり良い精度で分類はできなかった。幾何補正も山間部なのであまり良くなく、GISデータとの重ね合わせに大きな問題があることが判明した。

これらのデータの一部を使って、白峰村の大道谷の流域で崩壊危険度図の作成を試みたところ、地理情報システムの有用性が示された。

地球環境論—大気圏と生物圏の相互作用を中心として—

(代表)甲斐憲次
安成哲三
及川武久

近年、地球規模環境変化が大きな問題となっているが、この問題では大気圏・水圏・生物圏が相互に密接に関連しつつ変動しているという認識が非常に重要になっている。しかしながら、特に大気圏と生物圏の相互作用に関する研究は、その複雑性の故に最も遅れた分野として取り残されている。

本研究の目的は、大気圏・生物圏相互作用という観点から地球環境論を構築し、その成果を環境科学特講等に還元することにある。本研究では、地球科学系の研究者と生物科学系の研究者が共同して学際的な研究を行うところに特色がある。

環境科学研究科に対する寄与の計画は、次の通りである。

- ① 研究代表者と安成は気候システムという観点から、また及川は生態系という観点から、大気圏・生物圏相互作用に関する研究を行い、新しい知見を収集する。
- ② 研究代表者とその分担者は得られた知見を整理し、大気圏・生物圏相互作用を中心とする、地球環境論を構築する。
- ③ 教材を作成し、その研究成果を環境科学特講「人と生物にやさしい地球環境論」(世話人：安成)ほかの講義に活かす。

上記の計画に従って、研究代表者とその分担者は、次の研究教育活動を行った。

甲斐は現在、世界の各地で進行しつつある「砂漠化」を取り挙げて、大気圏・生物圏相互作用を研究した。具体的には、文部省国際共同研究事業「黒河流域における地空相互作用に関する日中共同研究」の現地調査資料を用いて河西回廊のオアシスとゴビ砂漠の熱収支を計算し、それぞれの気候特性を明らかにした。中国乾燥地域における砂漠化の進行と気候特性、人間活動との関係を考察した。さらに、乾燥地域における灌漑、植林、塩類集積、砂防についても議論した。

安成は気候システムの中で大気圏と生物圏がどのような相互作用を行ってきたか、あるいは行っているかについて、過去数百万年スケールの地球環境変動、特に氷期、間氷期サイクルのメカニズムについて研究し、「地球環境変動とミランコビッチサイクル」という1冊の本にまとめた。さらに、環境科学特講「人と生物にやさしい地球環境論」を開講し、地球環境問題における問題点をまとめて、議論した。特に、気候変動への影響、気候システムにおける生物圏の役割についても議論した。

及川は二酸化炭素の土壌からの放出について研究した。生物圏と大気圏との間で活発に交換が行われている二酸化炭素の中で、研究が最も遅れているのが、土壌から大気への二酸化炭素フラックス、すなわち土壌呼吸である。この特性を明らかにする第一歩として、1991年12月-92年11月の丸1年間、アカマツ林床において土壌吸収速度を通気法で連続測定して、以下の結論を得た。1) 土壌が

非常に乾燥した9月を除き、土壌呼吸の日変化は地中3cmの地温と密接に関連している。2) 土壌呼吸の季節変化も、ほぼ地温の変化と対応して、 $0.7(3月) - 12\text{gCO}_2 \cdot \text{m}^{-2}\text{day}^{-1}(7月)$ の値が得られた。3) これらの値を積算して求めた年間の土壌呼吸速度は $2.01\text{kgCO}_2 \cdot \text{m}^{-2}$ と推定された。

われわれは得られた知見を整理し、大気圏・生物圏相互作用を中心とする、環境科学特講「人と生物にやさしい地球環境論」(世話人:安成)を開講した。テーマと担当者は次の通りであった。

- | | | |
|-----|--------------------------|------|
| 第1回 | 「“地球環境問題”における問題点」 | 安成哲三 |
| 第2回 | 「砂漠化と人間活動ーゴビ砂漠のオアシスを例にー」 | 甲斐憲次 |
| 第3回 | 「生物圏にとっての地球環境」 | 及川武久 |
| 第4回 | 「人類学から見た地球環境論」 | 佐藤 俊 |
| 第5回 | 「地球環境問題の科学と政治」 | 米本昌平 |

(代表) 臼 井 健 二
石 塚 皓 造
松 本 宏

我国における農薬の使用量は多く、それらの環境汚染、作物残留、生物影響等の問題が関心を集めている。農薬は施用後、土壌中や水中、もしくは植物体内等で様々な化学形態変化(分解・代謝)を受け、多くの場合は生物活性を失うことになる。しかし、薬剤の種類によっては非常に分解されにくいものや、逆に生物活性が増大してしまうようなケースも知られてきている。そのような薬剤については、環境中での動態や残留性をこれまでより詳細に検討する必要がある。

本プロジェクトは、使用されている農薬の中における比率が近年高まってきている除草剤を対象とし、それらのうち化学形態や分解性に特徴のあるものを取り上げて、環境中での運命を明らかにすることを目的としている。特にここでは、残留性の高い有機塩素系剤の土壌中での分解とその促進の可能性について、および、非農耕地や果樹園の下草防除に使用される含リンアミノ酸型除草剤の分解と土壌中での移動性について検討した。

1. 水田土壌中での芳香族塩素系除草剤の分解

ベンゼン環に塩素が結合した芳香族塩素系と呼ばれる一群の化合物は、高い生物活性を有することから農薬として多種のものが生産、利用されてきている。一般にこれらの化合物からの脱塩素は大きな活性低下をもたらす。しかし、自然界ではこれらの農薬の脱塩素を伴う分解は極めて起こりにくく、このことがこの系の剤の長期残留性の要因となっている。

ところが、近年わが国の水田土壌において、芳香族塩素系の除草剤ベンチオカーブが還元的に脱塩素されて分解している事例が見い出された。この反応は土壌微生物によるものと考えられ、これまでになく新規の反応として注目された。本研究ではこの還元的脱塩素反応を日本各地の水田土壌において広く検索し、さらに、この分解反応の特徴を対象となる基質特異性の観点から解析した。

まず、ベンチオカーブからの脱塩素反応を室内実験系で再現することを試みた。日本各地から集めた土壌のうち、この剤の散布前歴をもつ山形、広島、山口各県の農業試験場の水田土壌を詰めた培養瓶を用いた試験において、ベンチオカーブの減少と脱塩素体の生成を確認した。滅菌処理した土壌ではこの反応が起こらないことから、微生物による分解反応と推定された。

次に塩素の置換位置が異なる剤の上記土壌中での分解性を比較した。ベンチオカーブはベンゼン環の4位に塩素が置換した構造をもつが、これと塩素の置換位置のみが異なり2位に塩素を有するオルベンカーブでは脱塩素反応が起こらなかった。しかし、ベンチオカーブを連続して投与することにより、処理回数の増加に伴ってその分解速度が急速に増加することが明らかとなった。30ppmのベンチオカーブの1回めの投与ではこれを分解するのに平均で20~30日を要したが、その後投与をくり返すことにより分解に要する時間が短くなり、4回めでは3日でほとんどが分解された。こ

のように実験室内で反応を強化できることが示されたことは、分解活性の高い土壌を作成して薬剤の残留濃度の高い地帯の土壌に混和するなどの方法をとることにより、分解されにくい有機塩素系薬剤の分解促進をはかれる可能性を示したものとして注目される。

2. 含リンアミノ酸型除草剤の分解と土壌中での移動性

近年、非農耕地の雑草や果樹園の下草防除にはグリホサート、グルホシネート、ピアラホス等の非選択性除草剤が使用されている。これらの剤はいずれも直鎖のアミノ酸にリン酸が結合した単純な化学構造をもち、含リンアミノ酸型除草剤とよばれる。アミノ酸であるため土壌中で微生物分解を受けやすく、また、人畜毒性も非常に低いため今後も継続して使用されるものと思われる。しかし、これらの薬剤は水溶性が非常に高いため、環境中での移動性が大きい可能性がある。本研究ではグルホシネートを取り上げ、土壌中での分解速度とその代謝物の同定、および、それらの土壌中での垂直移動性について容器内試験で検討した。

まず、土壌中での分解様式と速度を調べた。放射性炭素で標識したグルホシネートを125ml容の三角フラスコに入れた30gの土壌に実際の使用量相当になるように添加した。これらの容器から放射能を経時的に抽出して、化学形態と二酸化炭素として放出される量を追跡した。その結果、主要な分解物が見い出され、一部は二酸化炭素にまで分解されることも明らかとなった。また、グルホシネートの半減期は約17日であった。

土壌中での移動性試験には内径5cm、長さ30cmのガラスカラムを用いた。母材や土性の異なる4種の土壌をカラムに詰め、放射性標識グルホシネートを実際の使用量相当になるよう最上部に添加した後、48時間の間に200mmの降雨に相当する水を与えた。その後、土壌と溶出液を分析し移動性を把握した。その結果、グルホシネートの垂直移動は土壌によって大きく異なることが明らかとなった。わが国の特徴的土壌の一つである火山灰土では吸着力が非常に大きく、表層からほとんど移動しなかった。それに対して沖積土で砂質の土壌では移動性が大きいことが明らかとなった。これらは薬剤を使用する土壌の性質によっては、使用場面や方法に注意する必要があることを示唆するデータとなった。

筑波大学における廃棄物のリサイクルシステムの開発と評価

(代表)安田 八十五*

中村 以正**

国府田 悦男**

1. 研究の背景と目的

筑波大学においては、この数年ごみ問題やリサイクルに対する関心がとみに高まってきた。この直接的なキッカケとしては、1992年春に発生したつくば市のごみパニックがあげられる。当時、つくば市(及び茎崎町)のごみ(一般廃棄物)は、行政一部事務組合(筑南地域広域事務組合と称する、つくば市と茎崎町との1市1町で構成しており、つくば市誕生以前は、筑波研究学園都市を形成する6ヶ町村で構成していた)の所管する廃棄物中間処理施設である第一衛生センター(つくば市上沢、助川俊郎所長)で主として焼却処理していた。(現在もほぼ同じ状況である)。不燃ごみや焼却残灰などは隣の結城郡千代川村にある民間業者の最終処分場(埋立地)で埋立処分してもらっている。(2, 3年前までは千葉県銚子市にまで運んで最終処分していた)。

第一衛生センターの本来の焼却処理能力は焼却炉2基で、1日180トンである。ところが、第一衛生センターは、昭和49年(1974年)に建設し、運転開始した約20年も経過した老朽化が著しい清掃工場である。(焼却炉の平均寿命は通常約15年間位といわれている)。

昭和60年に開催された筑波科学技術国際博覧会(つくば万博 '85)を控えた、昭和58年に大修理したが、最近のごみの量の増大とごみ質の悪化等の理由もあり、処理能力が約2割ほど落ち、一日140トン程度になってしまっている。

隣接地に新清掃工場(第三衛生センター)の建設計画もあるが、周辺住民の反対運動等により仲々進まなかった。(1993年9月着工が正式決定し、建設業者も決まった)。

筑波研究学園都市は国家プロジェクトとして出発し、つくば市も人口約14万人とますます発展している。最近、常磐新線や首都圏中央連絡道路(圏央道)の建設も決定し、さらに発展することが見込まれている。これとともに、排出されるごみの量は増大する一方である。

この増大する一方のごみの量に、処理能力が追いつかず、つくば市はついに1992年4月17日、ごみ非常事態宣言を発令した。つくば市は、木村操市長を本部長とする「つくば市ごみ非常事態特別対策本部」を設置し、やっのごみの減量化対策にとり組み始めた。

ゴールデンウィークの連休中に焼却炉を緊急処理したいため、一般家庭や事業所に対して、一般廃棄物のうちの可燃ごみを出さないように要請し、炉修理中の4月29日から一週間は、可燃ごみ収集の全面的中止を執行した。

しかしながら、この決定がかえって逆効果となり、「これからは可燃ごみは収集してもらえなく

*社会学系

**応用生物化学系

なる」というデマが飛び、住民の不安をよびおこした。このため、ごみ集積所に出されるごみの量が急増し、4月23日にはつくば市中心部だけでも、何と約250トンのごみが市中にあふれてしまった。

つくば市のごみ非常事態で最大の問題の一つと指摘されたのが、筑波大学周辺の民間学生アパート街のごみ集積所のごみの出し方であった。

それまでも、筑波大学の学生の多い、春日、天久保、花畑地区などの学生アパート街に対しては、ごみの出し方がひどすぎるとの批判が地元周辺住民やつくば市職員及び清掃業者などから指摘されていた。そこで、今回の可燃ごみ搬入一時停止にあたって、つくば市は、春日2丁目から4丁目まで、二の宮、天久保及び花畑の4地区をごみの区分け作業重点地区に指定し、4月24日から3日間、早朝からつくば市職員180人を動員し、一斉清掃作業にあたった。つくば市職員からは、「筑波大学の学生は、指定の曜日や時間に関係なく、可燃ごみと不燃ごみの分別もせず、ゴチャ混ぜに出すから全く困っている」との学生のモラルの低さを厳しく批判する声も聞こえてきた。

筑波大学の学生がほとんどを占める学生アパート街の学生のデタラメなごみの出し方の責任の一端は、筑波大学自身にもある。筑波大学の学生の大部分は、1、2年生時には、学生宿舎(学生寮)に入居しており、2、3年生になると近くの民間アパートに移るケースがほとんどである。廃棄物に関しては筑波大学は事業所と認定されており、事業系一般廃棄物として大学の責任と費用負担で処理しなければならない。これまでは、学生宿舎を含めて筑波大学構内から出るごみはすべて分別せず混合収集され業者委せで処理されてきた。そのため、学生には分別排出の習慣がなく、「ごみはごちゃ混ぜに出しておけば、誰かが知らない間に適当に処理してくれる」位の意識しか存在していなかった。

つくば市の家庭系一般廃棄物で行われている可燃ごみ、不燃ごみの分別排出、分別収集が大学内では全く実行されていなかったため及びそのため学生がごみに対する正しい知識や情報を得る機会がほとんど無かったことの二つの理由が大きな原因である。大学生である以前の一市民としてのごみ教育が全然なされず、またごみ問題に関する学習の機会が存在していなかったことが最大の問題であった。

ごみ問題に関しては最劣等生であった筑波大学生及びそれを生み出してきた筑波大学のごみ処理システムの抜本的改革が求められたのである。

2. ゴミ緊急対策への取り組み

このように外部からのごみ問題に対する筑波大学への批判をうけて、1992年4月から大学改革の期待を担って就任された江崎玲於奈学長は、江田昌佑厚生補導担当副学長に対して学内のごみ対策に早急に取り組むように指示を出した。中村以正応用生物化学系教授を委員長とする筑波大学ゴミ対策特別委員会が設置され、筆者らもメンバーとして加わることを要請された。

筑波大学構内から出されるごみは、これまでは、学生宿舎を含めて、事業系一般廃棄物に指定され、図1に示すようなフローで処理されていた。筑波大学ではごみ排出段階では、可燃ごみと不燃ごみの区別すらされず、いわゆる混合排出が一般的であった。図1に示すように、第一衛生センター

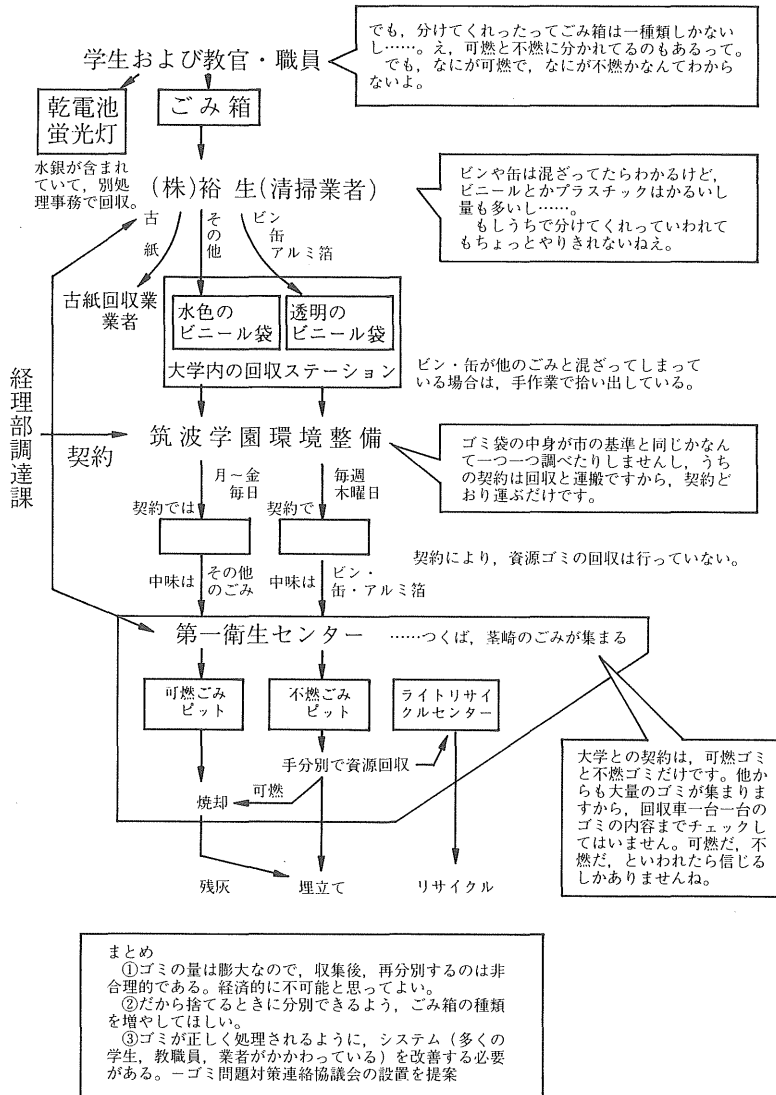


図1 筑波大学のゴミはどのような流れで処理されているか
(ごみ改革前のゴミのフロー)

では可燃ごみ、不燃ごみ及び空き缶、ガラスびんなどの資源ごみという分収排出、分別収集処理がなされているので、大学の混合排出ごみは、委託清掃業者が手作業で分け直している有り様であった。

この図を作ってくれた大学院環境科学研究科の学生が指摘しているように、全くデタラメであり完全業者委せになってしまっていた。

筑波大学からの搬出ごみは、昭和63年(1988年)が、1,770トン、平成元年(1989年)が1,880トン、平成2年(1990年)が1,945トンと毎年増え続けている。つくば市全体の収集量が54,158トン(平成2

年)であるから、量的には、筑波大学のごみはつくば市全体のわずか3%程度である。しかしながら、これまでは大学のごみ処理はすべて業者委せのため、なんと年間約3千万円の経費を浪費していたのである。

このようなデタラメなごみ処理を改革すべく、ゴミ対策緊急特別委員会及び専門委員会(職員で構成、委員長は事務局次長)が設置され、1学期(4月～6月)に集中的に審議が行われ、平成4年7月14日に「学内のごみ対策に係わる検討結果について(報告)」という報告書としてまとめられ、公表された。

この報告書の最大のねらいは、筑波大学はつくば市という地域社会を構成する一員であり、すべての大学人がつくば市の一員であることを認識し、最低限、つくば市の決めたごみ排出分別収集のルールを守ろうという基本方針を打ち出したことである。

つくば市に協力して、ごみの減量化とリサイクルに積極的に取り組むことが決定された。つくば市においては、ごみの分別は、①燃やせるもの(可燃ごみ)、②燃やせないもの(不燃ごみ)、③資源となるもの(びん、缶など)、④粗大ゴミ、⑤有害ゴミ(乾電池など)の5種類に大別して分別収集されているが、本学では、ほぼつくば市のルールにのっとり、かつ大学の特色を考慮して、当面の①燃やせるもの(combustible)、②燃やせないもの(non-combustible)、③空き缶(empty-can)、④空きびん(empty-bottle)の4種類に分別することとし、古紙、粗大ごみ及び有害ごみについては別途分類して排出・収集することにした。つまり、通常は4分別、全体では7分別という分収排出・収集ルールが決定された。新しいごみ処理システムの特徴は、分別排出・分別収集の確立と缶・びん等のリサイクルの二大方針を選択したことである。

3. 新しいごみ処理とリサイクルシステムの評価

わが国の大学では、ごみ問題に対する関心が低く、また、廃掃法(「廃棄物の処理と清掃に関する法律」)では大学自体が事業所とみなされ大学から出るごみは事業系一般廃棄物に分類され、事業者の責任と費用負担で処理することになっているため、混合収集し、あとは業者委せという大学がほとんどであった。本学の決定した、通常4分別、全体では7分別というルールは極めて画期的な決定であり、全国の大学のモデルになり得るであろう。

新しいごみ処理リサイクルシステムがどのような効果を有しているか、評価を試みてみよう。

ごみ改革実施前には、混合収集が一般的であったので、大学構内のごみ箱は、図2に示すように全く分別が意味のない状態であった。ごみ改革実施後は、ほとんどの所で①可燃ごみ、②不燃ごみ、③空き缶類、④空きびん類の4つの種類のごみ箱が設置されるようになった。

ごみ改革以前の大学構内のごみの種類としては、図3に示すように、紙類、空き缶、及びビニール類(プラスチック類を含む)が多く、これらがほとんどゴチャ混ぜに捨てられていた。学生宿舎でも、図4に示すように分別はほとんど守られず、また再資源化も実施されていなかった。

1993年2月に「つくばのごみ探検隊」と称して、筆者の現代都市論の講義の一環としてごみ拾いとごみ対策の効果の評価のための調査を実施した。1992年9月からごみ改革が実施されているので、

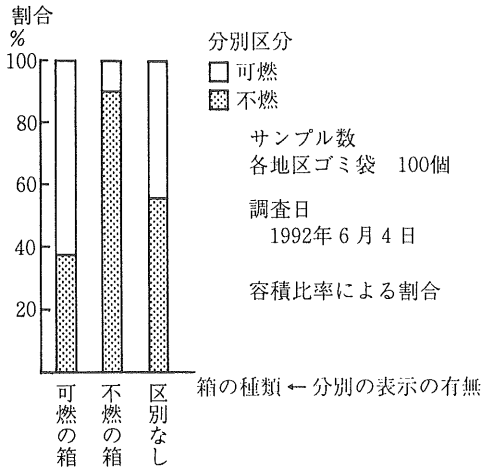


図2 大学構内施設部の分別状況

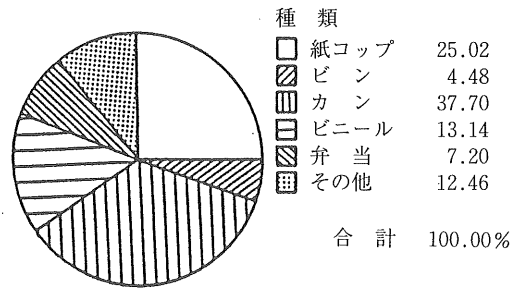


図3 大学構内のゴミの種類

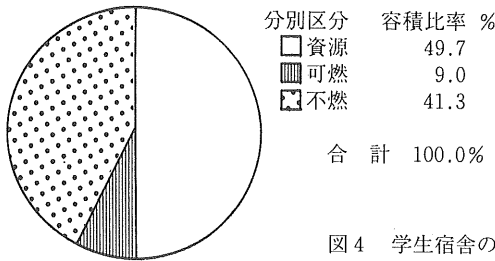


図4 学生宿舎の不燃ゴミに含まれるゴミ・資源の割合

約半年経過し、そろそろ効果があらわれてくるころである。

ごみ調査は、キャンパス内及び周辺道路にどの位どのようなごみが捨てられているかという散乱実態調査及び学内のごみ箱の中の組成を調べ分別排出がきちんと実行されているかという細分別調査の二種類の調査を実施した。

全体の集計結果は表1に示す通りで、約200人の学生が1時間で計約417kgのごみを集めたことになる。1人約2kg集めた計算になる。

散乱実態調査の結果をグラフで示したのが図5である。約283kgが捨てられており、なかには自動車のバッテリーや紙おむつなどもあった。タバコの吸いながらも駐車場周辺に多かった。

細分別調査の結果を図示したものが図6である。可燃用ごみ箱の中に燃やせないものが18%も入っていた。これは主としてビニールやプラスチック類である。(つくば市では不燃ごみに分類されている。)不燃用のごみ箱にビン類が18%、カン類が24%もあった。合計42%の再資源化可能なものが不燃ごみとして埋立処分されていることになる。

ビン用のごみ箱にはビンが87%入っており比較的良好に分別排出されているといえる。カン用のごみ箱にもカン類が約76%入っていた。しかしながら、ビン類が14%も含まれており、清掃業者の方の手をさらにわずらわせることになる。

表1 ゴミ探検隊 総合集計結果

単位 グラム

	燃やせるもの	燃やせないもの	ビン類	カン類	有害物	合計
散乱実態調査	47,175	122,700	35,600	43,010	34,290	282,775
割合 (%)	17	43	13	15	12	100
細分別調査	35,456	21,475	41,625	34,279	970	133,805
割合 (%)	26	16	31	25	2	100
合計	82,631	144,175	77,225	77,289	35,260	416,580
割合 (%)	20	35	18	19	8	100

—ゴミ組成—
総量 283kg

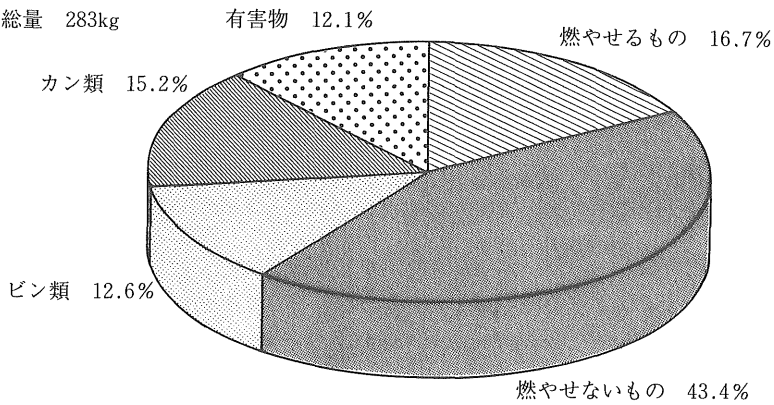
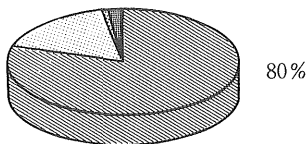
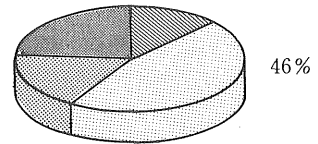


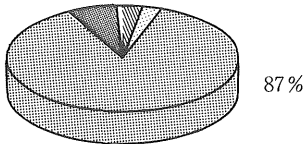
図5 散乱実態調査結果



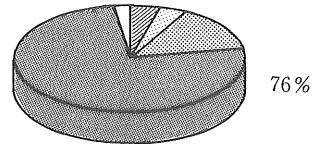
燃やせるもの用ごみ箱
37.3kg



燃やせないもの用ごみ箱
27.4kg



ビン類用ごみ箱
36.8kg



カン類用ごみ箱
32.4kg

燃やせるもの
 燃やせないもの
 ビン類
 カン類
 有害物

図6 細分別調査結果

ごみ改革前に比べたら、ごみ問題に対する関心が急速に高まり、分別排出も一応実行されていると評価できる。しかしながら、可燃用ゴミ箱に不燃物がたくさん入っているなどまだまだ分別をもっと徹底する必要がある。

4. ごみゼロ資源循環型キャンパスの構築

ごみ問題の究極の解決策は、ごみゼロ資源循環型社会の構築である。本学は率先してごみゼロキャンパスを実現し、つくば市さらに全世界に応用してゆくべきである。

そのためには、図7に示すように三段階計画を立案し、ごみゼロ資源循環型キャンパスをめざすべきである。現在は、第1段階の第1ステップに踏み出したばかりといえる。大学人全体が参加しごみゼロキャンパスをぜひ実現したいものである。筆者らは、ごみ処理とリサイクルシステムの調査研究と政策提言を今後も続けていくつもりである。

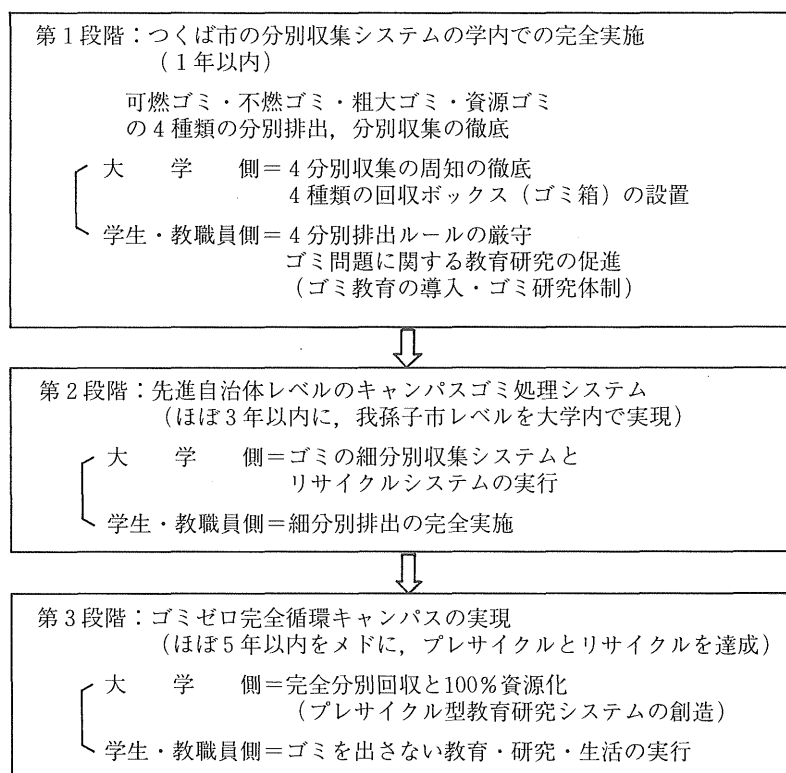


図7 筑波大学のゴミゼロキャンパスへの三段階計画

〔主要参考文献〕

- 1) 安田八十五「ごみゼロ社会をめざして一循環型社会システムの構築と実践一」日報発行、1993年5月(初版)、7月(2版)
- 2) 安田八十五「筑波大学のごみ問題とごみゼロキャンパスへの提案」筑波フォーラム、第36号、

1993年1月, pp18-24

- 3) 安田八十五「つくば市：ゴミ問題に緊急提言①～⑤」, 常陽新聞, 1992年5月22日－5月27日(5回連載)
- 4) 安田八十五他「経済政策入門(2)(応用)」有斐閣, 1993年7月
- 5) 安田八十五「たかがごみ, されどごみ」「現代都市論の一環としての“ごみ拾い”」暮らしと健康, 第48巻第5号, 1993年5月, pp7
- 6) 安田八十五「ゴミゼロキャンパスをめざして－筑波大学から－」ふれあい, 1993年5月, pp26-27
- 7) 江田昌佑・中村以正「学内のゴミ対策に係わる検討結果について(報告)－筑波大学ゴミ対策緊急特別委員会報告書－」平成4年7月14日