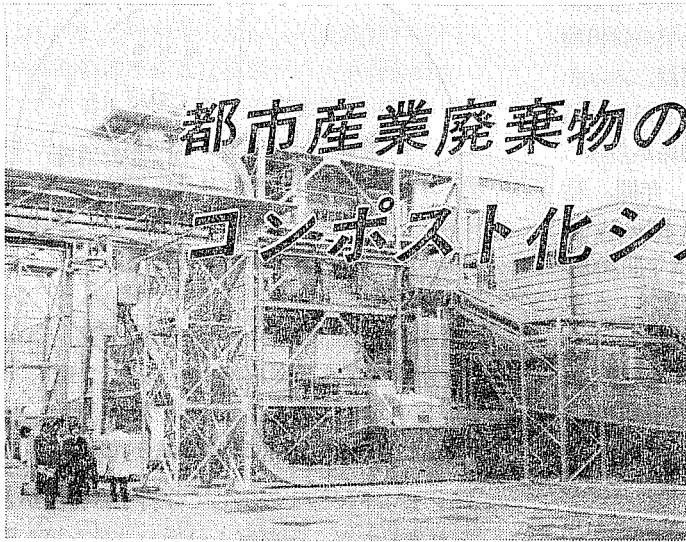


## 都市産業廃棄物のコンポスト化システム

誌名	農林水産技術研究ジャーナル
ISSN	03879240
著者	高松, 英昭
巻/号	1巻12号
掲載ページ	p. 33-39
発行年月	1978年12月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat





# 都市産業廃棄物の コンポスト化システム

高松英昭  
(工業技術院総務部  
研究開発官室)

## はじめに

通産省の工業技術院には、大型工業技術開発制度というものがあります。これは産業政策の一環として、技術開発を国で進める必要があります。とくに民間企業では非常に危険負担などが大きく、しかも研究開発に多額の資金を必要とするとか、社会的に研究開発の緊急性が大きいというものについて、国の大型プロジェクトとしてとりあげるという制度でありまして、これは法律ではなく、省議で決定して進めていくというものであります。例えば海水の淡水化とか、電気自動車、資源再生利用技術システム、ゴミの資源化などがそれでありまして。

### 1. 資源再利用技術の概要

このうち資源の再生利用技術システムの開発は、第一期、第二期に分けて進めており、昭和48年から50年までを第一期としています。昭和48年にオイルショックが発生してから、急に資源問題とか省エネルギー問題が脚光を浴びてまいりました。これらと関連しまして、ゴミの処理問題の行きづまり（ゴミ戦



争という言葉もあった)の解決のために、これを逆に資源として見立てて、再生利用をはかってはどうかという意見もでてきました。そこで第二期には、要素技術の研究開発として、都市ゴミの分別技術、ゴミのガス化技術、あるいは低温破砕技術などに重点をしばり、総額13億の研究費をかけて研究開発に着手したわけです。

### 2. ゴミの種類

一般にいうゴミといわれるものには都市固形廃棄物（都市ゴミ）と産業廃棄物とがあります。都市ゴミという一般の生活廃棄物を処理または処分することは清掃法によって決められています。この法律で地方公共団体は、ゴミの収集から処理についての義務を負わされているわけで、これは厚生省の環境整備化

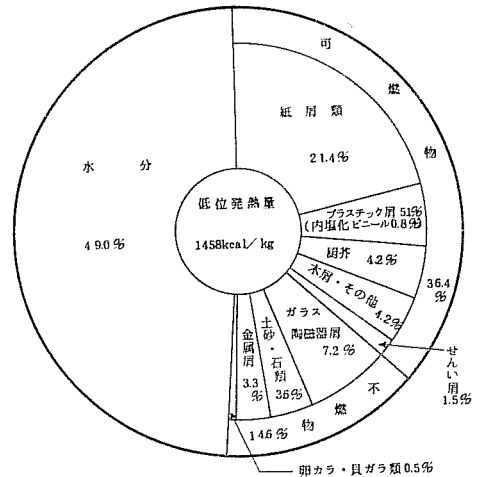
という制度で行なわれています。

これに対して、産業活動にする産業廃棄物の処理は、通産省の所管です。企業の排出物（例えば鉄工スラッジ、パルプ廃液、メッキ廃液など）は、責任をもって排出者が処理処分しなくてはならない。量的な関係からみると、産業廃棄物が圧倒的に多く、年間、億トン単位の量が日本全体から排出されています。これに比べると、都市ゴミは年間200万トン位です。地方自治体が行なっている収集、処理といっても現状はまだ埋立てが主体で、他に焼却という方法もあります。ところが、埋立ては、昨今、埋立地の確保が困難となり、一昔前に埋立てに使った海や荒地、谷間、沼地などは、最近、埋めた後にネズミや害虫の発生、汚水等による汚染の問題等が出てきて問題になってきたので、以前のように埋立てができなくなってきた。

ところで次の焼却処理ですが、これも一昔前は厨芥類が多かったが、最近プラスチックが非常に増え、焼却炉も補助燃料を使用して、従来の600～700度から最近では1,000度近くの高温焼却となってきた。1,000度を越すと窒素酸化物が多くでたり、塩化ビニール樹脂のために塩化ガスが出たり、焼却灰には、重金属類がでてきたりする。したがって、焼却場はコンクリート固化装置を備える必要が生じてきて、経費も急増してくる。そのうえ、排気ガスの規制が強まってきたので、その対策として塩化ガスの除去設備をつけるということになると、さらに費用がかさんできます。というわけで、今日では焼却に代る新しい技術開発についての要望が強くなってきている状況にあります。

### 3. ゴミ分類例の内容

48年から50年までの第一期の要素技術の研究開発は、ゴミ処理をトータルシステムとして確立することに重点がおかれました。ゴミは多種多様で、分類すれば数十、数百になります。試験としては皆んなでマスクをかけ、



第1図 都市ごみの組成分析例

ピンセットでつまみ出して分析する方法がとられましたが、そのゴミ分析の結果を第1図の「都市ゴミの組成分析例」でみると、日本のゴミの半分は水分で、これに季節や天候、あるいは収集区域の違いによって、ゴミの組成が変わる。この表からは、紙くずが一番多く、ガラス陶磁器くず、プラスチック、厨芥その他の順になっていることが分かります。

これを可燃物と不燃物とに分けて収集しますと、組成の比率が変わってきます。プラスチックは燃えるが、取扱い上不燃物に入れます。都市によって分けのしかたがちがいがい、例えば日立市では、厨芥、プラスチック、びん（売れるもの、売れないもの）、アルミニウム、鉄、ぼろ、新聞紙の七種類に分けています。また沼津市では、住民が朝一時間分別作業を手伝うことにしていますし、長野県佐久市の白田町では、コンポスト化装置を導入したが分別機の方が間に合わず、目下人力で分別収集をやっています。田無市ではベルトコンベアーで両側から有価物を取り出しており、府中市でも同じことを始めているようです。

### 4. 資源再利用技術システムの目標

通産省の研究開発基本計画は、通産大臣の諮問機関である審議会で決まるものですが、

資源再生利用技術システムの研究開発については、都市における固形廃棄物を処理するとともに、その中から重要な資源を回収再利用するための革新的な技術システムを開発しようとするもので、6つの開発目標を掲げています。

- ① 混合収集された都市固形廃棄物を対象に、資源化無害化等の必要な処理を総合的かつ効率的に行なえるものであること。
- ② 処理対象廃棄物の相当部分を、物質資源またはエネルギー資源として再生することが可能なものであること。
- ③ 環境保全に必要な無公害性についての諸条件を満足するものであること。
- ④ 安全性が高く、維持管理が比較的容易なものであること。
- ⑤ この再生利用法(副次的効果も含めて)は、現行の処理方式にくらべて処理コストの面で有利なものであること。
- ⑥ 社会システムへの適合性の高いものであること。

このように研究開発目標としては、いずれも漠然とした目標ではあるが、これらの目標に従い具体的には二つのシステムが考えられています。

第一は、物質回収型プロセスシステムです。これは混合収集したゴミを機械に入れて、紙パルプと燃料と肥料とをつくる方法です。

第二は、エネルギー回収再利用システムです。これは混合収集ゴミを機械に入れて、メタンガスと燃料油とをとる方法です。

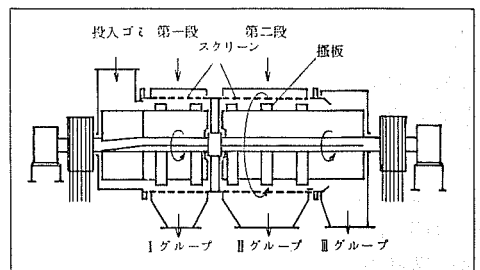
これらはいずれにしても、1日100トンのゴミ処理ができるプラントを建設して、実用に必要な技術を確立するもので、当初第2期計画で一辺に物をつくる予定でしたが、財政上の理由で物質回収型が先行することになり、エネルギー回収型は後まわしになりました。

## 5. 物質回収型プロセスシステム

このシステムを「スターダスト、80」と名付けたところ、一応評判も悪くなく、今では通称のようになっています。施設についてのべると、まず、ゴミを2日分ためる受け入れ用の穴(ピット)があり、次にゴミを仕分ける機械装置があります。これを半湿式の破碎選別装置と呼んでいます。建物は騒音と悪臭などを防止するため、コンクリート建てとし、中のガスを吸引集中処理する方策を講じています。

次に、異物を取り除き堆肥を製造するための高速堆肥化装置を格納しています。一方、半湿式の選択分別装置はゴミを三つのグループに分け、第一グループは厨芥主体のもので、本稿のテーマである高速堆肥化装置にかけて堆肥を造るものです。第二グループは紙が主体で、精製パルプ化装置にかけて精製パルプを造る。第三グループはプラスチック主体で、二塔循環式流動熱分解装置にかけてガスにする。このような半湿式選択分別装置は日本で開発され、世界的にも注目されており、科学技術庁長官賞を受けているものです。原理は第2図のとおりで、真ん中に破碎をする腕というのものが、ぐるぐる回っている。その回りを網にかき板をつけたドラムがやはり回っている。その破碎の羽とその回りの網状のドラムとが、回転速度を調節する。これはゴミの破碎され易さを利用して仕分けをする仕組みになっています。

一方、ゴミの仕分け方は、大きさや比重を利用して風力や磁石の吸引力によって分別す



第2図 半湿式選択分別装置の原理図

るものですが、原料ゴミは混合収集でいろいろなものが入っているので、破碎され易いものと、されにくいものに仕分けすることが、第一の原理です。破碎されやすい厨芥類、ガラス、陶器等は、衝撃によって細かくなったものを、最後のスクリーンでふるい分ける。連続式のため、破碎後のゴミには第二段で水シャワーを、サッとかける。トイレトペーパーなどは、水を含むと破碎され易くなる。破碎されにくいプラスチックフィルムやボトル、鉄のカンなどが、第三グループとして残ります。都市ゴミの中の厨芥をとり出して堆肥化するときは、この第一段だけの機械で事足りるという機械もあります。この半湿式装置は半径2.8メートル、長さ8メートルで、静かな機械です。破碎の技術はむずかしく、ゴミの組成が不均一なほど仕分け易く、均一化するとかえって重金属類などが検出されるようになります。乾電池などは形が変わる程度、カンはつぶれても塗料がはげない程度（塗料にカドミウムが含まれている）の強度の破碎が好ましいとされています。

## 6. ゴミの仕分け法

普通ゴミの仕分けは、乾式法によっています。これはゴミの比重差を利用し、風とメッシュによって仕分けるものです。湿式法は水の中に入れて浮くものと、沈むもの、溶けるもの（紙はおかゆ状になる）とに分けてとりだすもので、柳泉園組合で採用されていますが、後の水処理に困っているようです。

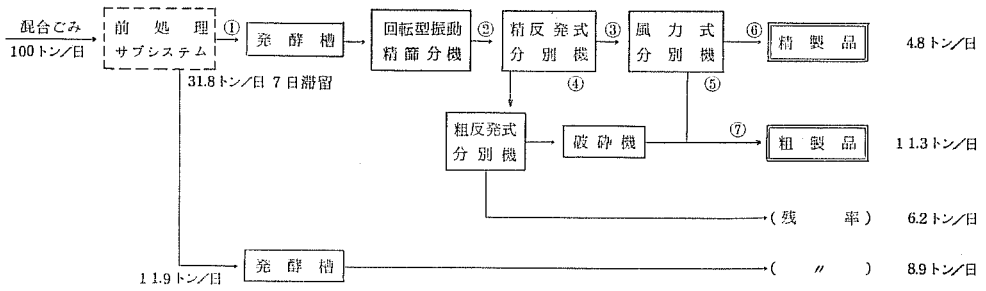
半湿式法の例では、その分別率をみると、第一グループでは紙類は42～43%、厨芥類88%、ガラス類88%、土砂・瓦れき類75%、金属類が20%、その他プラスチックや繊維・木くず・竹などが100%となっており、第二グループでは紙類42%、厨芥類11%、ガラス11%、土砂・瓦れき25%です。第三グループは紙類15%、金属類78%、プラスチック類82%、繊維76%、木片・竹48%となっています。紙類でみると、半分が第一グループで仕

分けられ、あと半分がほとんど第二グループで仕分けられ、第三グループでは少しです。最近ふえた牛乳パックは、第三グループのプラスチック類に入るので、むしろあと処理の方がよい。古紙の再生でも、電話帳は合成のりの接着剤を背表紙に使っており、再生に問題がありましたが、最近はもとに戻ったという話です。厨芥類は第一グループで88%、第二グループで11%、第三グループでは1%ぐらいが仕分けられる。第三グループは熱分解の原料にしていますが、厨芥類が少量のため野積みにしても臭がほとんどない。ガラス類は、第一グループで88%、第二グループで19%、第三グループ0%、土砂・瓦れき類は、第一グループで75%、第二グループで26%、第三グループには入っていない。こうしてみると、第一グループで仕分けたものは、高速堆肥化の原料となるものとみてもいいが、相当のガラスや土砂・瓦れき類が入っているという難点もあります。

## 7. 高速堆肥化サブシステム

第3図には、高速堆肥化サブシステムのプロセスフローと処理物質の組成、物質収支状況などを示しておきました。100トンの平均的ゴミの一例として、31.8トンが1日に醗酵槽に入る。この槽は機動式攪拌装置で、すき返し機械が動いて積み返しをしている。醗酵すると湯気が出る。1日に何回というのんびりした作業操作ですが、別に脱臭処理をする必要があります。ゴミは7日間で醗酵槽から出ていきます。それを回転型円筒形ドラム状の振動性ふるい分け機にかける。さらに、粒度の小さいものは精反発式の分別機にかける、さらに風力分別機でプラスチックフィルムの細片を取り除きます。こうして堆肥をつくる処理物質ができるわけですが、その組成と物質収支を示したのが下の表です。

次にコンポスト化で問題になるものに、悪臭、騒音、振動、汚れ等があります。臭いについては最初の醗酵条件が大事で、中途半端



品名	①		②		③		④		⑤		⑥		⑦	
	組成	収支	組成	収支	組成	収支	組成	収支	組成	収支	組成	収支	組成	収支
厨芥・紙	93.8	27.83	96.43	9.402	98.20	6.702	93.26	2.700	96.53	1.986	98.71	4.716	94.45	10.681
ガラス	1.3	0.41	2.33	0.227	0.65	0.045	5.43	0.182	2.00	0.031	0.29	0.014	0.88	0.098
土砂・木片・布	1.2	0.38	0.26	0.025	0.18	0.012	0.45	0.013	0.20	0.004	0.16	0.008	1.76	0.222
金属	0.3	0.10	0.05	0.005	0.04	0.003	0.07	0.002	0.05	0.001	0.04	0.002	0.44	0.050
プラスチック	3.4	1.08	0.93	0.091	0.93	0.063	0.96	0.028	1.22	0.025	0.78	0.038	2.27	0.257
計	100	31.8	100.0	9.75	100	6.825	100	2.725	100	2.047	100	4.778	100	11.308
水分	63		51.5		51.5		51.0							

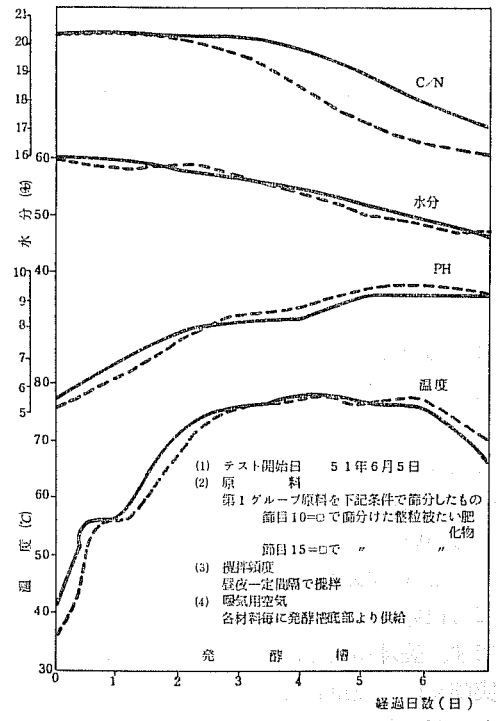
湿物：組成(%)、収支(トン/日)

第3図 高速たい肥化サブシステムのプロセスフローと処理物質の組成及び物質収支状況例

ではいけない。2日間仕上げのコンポスト製品には、かなり臭気が残ります。農林水産省では腐熟度の指標を考慮しておられますが、未熟のまま出荷すると腐熟が進まないし、臭いもとれない。

発酵槽は下から空気を送り込みながら、7日間の温度管理をするが、70~80度の高温に耐える醗酵菌がいるというのは面白い。第4図をみると、醗酵の2日目ぐらいに温度が70度に上りますが、これが上りすぎないように、空気の流量調整とすき返しをやって水分を調整するとよいようです。また、攪拌は常時しないほうがよい。いわゆるロータリーキルン式とか、大きな醗酵槽方式で、上から落とすスクレパーのようなもので掻き取りながら落ちていくものは、絶えず全量運動のためにエネルギーを多量に消費して、動力を食うことになります。そこで研究開発の第三期になると、コンポスト化排熱回収装置ぐらいは考えた方がよいと思います。そうすれば、人間に有害な病原菌等や発芽性の種子などは枯死させることができると思います。

さきに述べた2日で醗酵槽からとり出すものは、褐変色になります。この色具合を反射法で調べたり、その中の酸の計量、熟度の判



第4図 醗酵温度・PH・水分・C/Nの変化

定等についての研究を、農林水産省では行なっていますが、2日間でとり出してしまうと堆肥にはならないように思われます。また、今後は高温に耐える菌の研究開発が重要な課題となると思います。

第1表 精選別原料の重金属類の含有率（乾物・ppm）

発酵日数	養生日数	検 体	T-Hg	Cd	As	Pb	Cu
収集 ごみ 原料		厨芥(野菜・果物)	0.01~0.02	0.2~0.6	検出されず	69~9.5	11.3~2.0
		厨 芥 ( 魚 )	0.11	検出されず	''	65~6.8	5.1~6.5
		新 聞 紙	0.01	''	''	4.0~5.4	4~5
		雑 紙	0.02~0.12	''	''	2.6~1.27	2.4~9.5
		ダ ン ボ ール	0.02~0.04	0.1~0.4	''	1.62~1.99	1.6~1.7
11 日	—	コ ン ポ ス ト	0.09~0.11	0.53~0.75	検出されず ~0.7	26~55.7	143~333
	11 日	''	0.12~0.14	0.60~0.93	検出されず	—	—
	1 ヶ月	''	0.14~0.16	0.67~0.74	''	—	—
	2 ヶ月	''	0.15~0.17	0.63~0.75	7~10	—	—

一方、エネルギー回収の研究開発では、メタン醗酵をやっています。これも高温の菌で、学問的にも面白い。コンポストは畑地に返すのを主目的としていますが、土壌汚染が心配です。重金属の含有率については第1表に示しておきました。収集ゴミの分別で一番心配なのは、乾電池です。コンポスト中の異物の含有量は、第一グループで厨芥類以外の瓦れき類を除いているので、コンポスト化装置にかけ、一応醗酵させて瓦れき類に付着した有機雑芥類を処理し、埋立地の材料とします。しかし、来年度は埋立てはゼロにしたいので、瓦れきガラスくず、アルミの赤っ茶けた汚泥等を一緒に焼いて軽量骨材にすれば、建築資材として需要があるものと皮算用をしています。コンポストがどの程度売れるかが問題ですが、佐賀県の例では農繁期以外は順調に農家の方からとりに来てくれるということも聞いています。

私どもが心配している問題は、装置を売っても使いものにならぬことがあるということです。焼却場などは完成技術でありながら、実際には、使用してみると能力が半分だったり、耐用年数が二分の一、5年に一回の修理が2年に一回だったりして、ゴミ処理の経費が数10億、数100億にかさんでしまうことです。

佐賀県の場合、処理場は半径600メートル以内に民家がないこと。ガラスなどは破砕機にかけ一緒に処理すると、破砕機の歯型がみ

第2表 薬液洗浄・活性炭吸着式脱臭装置の性能  
(醗酵開始後2日目の臭気ガスを対象とする)

悪臭物質名	悪臭物質濃度(ppa)		悪臭防止法の規制値
	処理前	処理後	
硫化水素(H <sub>2</sub> S)	0.012	0.002	0.02~0.2
メチルメルカプタン(CH <sub>3</sub> SH)	0.009	不検出	0.002~0.01
硫化メチル((CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> S)	0.007	''	0.01~0.2
二硫化メチル((CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> S <sub>2</sub> )	不検出	''	0.009~0.1
トリメチルアミン((CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> N)	0.56	0.019	0.005~0.07
アンモニア(NH <sub>3</sub> )	3.2	0.9	1~5

がかれて能率が上るなどと、面白いことを言っているようです。悪臭処理については第2表に示すとおり、全体の空気をまず吸引して、ついで薬液を洗浄し、活性炭吸着式脱臭装置にかけた後、硫化水素、メチルメルカプタン、硫化メチル、トリメチルアミン、アンモニアといった悪臭物質について脱臭装置の性能強化をやっています。現在のプロジェクトの醗酵槽は全部建物に格納するので、床面積をとるのが欠点ですが、スレート張りとしスレートのつなぎ目をパッキングして、中のガスを全部吸引して薬液処理をするようにしています。また、実験では、土壌やコンポストに臭を吸わせる方法なども行なっています。

堆肥の効能はC/N比でみていますが、コンポストについての規格はないので、この点については、いずれ肥料取締法の対象にして貰いたいと思います。そしてコンポストのC/N比は20以下、水分は輸送を考慮して50%以下を基準目標と考えていきたい。pHは醗酵が進むに従って8.0ぐらいになってくる。

異物混入率は一定レベル以下とし、ガラス類は0.5%以下、プラスチックは1%以下としたい。プラスチックの埋立て恐しいのは、いくら覆土しても露出してくることで、一旦きれいに取り出しても、翌日になるとまた新しいやつが浮き出てくる不思議な現象があります。

農林水産省の方でもコンポストの試験をして頂いていますが、①コンポストの評価で、腐熟の不十分なものは流通段階でも、施肥の段階でも、ともに問題が起こること。②コンポストの施用効果を明らかにすること。③施用効果の機構解明をすること、などが重要課題ではなからうかと思っています。

## 8. エネルギー回収型プロセスシステム

物質回収はコンポストにするか、精製パル

プにして紙に戻すか、プラスチックはガス化するか、がその主要プロセスとなっています。一次破碎して、水分の多い厨芥類はメタン醱酵装置に送り込み、メタンガスに変える。このときの転換率は75%に達しており、残りの25%は土に返す。この分をコンポスト化する技術の開発研究をどこかでやってほしいと思います。この外、有機物は流動熱分解装置にかけて油にしようとするもので、そのあとにチャーという炭化物が出てくるが、これも燃料になります。これは発電所で使って頂く。他方、メタンガスのほうは純度が非常に高く、天然ガス同様に使用できます。

以上で、コンポスト化システムの研究開発と成果の現状の話を終ります。

(注) 「スターダスト、80」については当協会誌「研究ジャーナル」6月号、27～30頁にルボが紹介されているので、参照されたい。

食糧自給率向上のためには寸土も欲しい事情にあり、3大都市圏内の10万haの農地は、これを前号に記したような野菜畑にすると、国民約半数の年間野菜需要を満たす。しかし、国民の多くが願う庭付住宅は、全国の子世帯約2千9百万戸のうち32%の自営業主と残り78%のうちの半数とがすでに庭付住宅の取得者またはそれを望まない者とし、残る39% (1,131万戸) が新たに宅地を望むと仮定し、その標準規模が1戸50坪 (165㎡)、これに車のすれちがい可能な幅員5.5m道路を付けて1戸200㎡とすれば、新たに226,200haの宅地が必要になる。この面積は全国耕地553万haの4%に当る。農地のこの程度の宅地化は、農地利用の高度化と作物単位収量の引上げ努力でカバーできそうである。

現に日本は世界に冠たる稲の単収をあげているが、小麦の例では1970～74の5か年平均ha当り収量が日本2.54トン、フランス4.2トン、西独4.3トン、英国4.42トン。大豆では近年最も作柄の良か

った1975年のわが国は1.45トン/haに対し、米国1.93トン、メキシコ2.02トン、カナダ2.32トン。いずれも研究努力でまだまだ収量向上の可能性がある。すなわち、食糧自給と農地の宅地化は一応切り離してもよい問題であり、食糧自給対策の重点は林野も含めた農用地利用の高度化と作物単収向上の技術開発がカギであるといえよう。

一方、都市圏の農地宅地化の問題点は、端的な例を東京都でみると、公有の公園緑地のみで市民1人当り18.5㎡のニューヨーク、10㎡の

ロンドンに対し、東京は児童遊園地も入れて都民1人たったの1.3㎡。奥多摩山地、小笠原、伊豆諸島を除く区内と多摩の残存農地と公有民有の平地林併せて15,000ha内外を全部緑地にしてやると1人15㎡程度の緑地確保になる。都市の農地転用は市民生活圏の緑地に当て、都市再開発に活用すべきだろう。朝日新聞天声人語氏の立川基地跡を「立川の森」森林公園の提案には大賛成である。

(協会技術主幹)

## 食糧自給事情と農地の宅地化(続)

山崎 正枝