

『フライブルクのまちづくり—ソーシャル・エコロジー住宅地ヴォーバン』

第5章補足資料

ヴォーバン住民の廃棄物処理、汚水処理について

作成者：村上 敦

この資料は、『フライブルクのまちづくり—ソーシャル・エコロジー住宅地（学芸出版社）』の第5章を補足するものです。この資料だけでは、あまり意味がありませんので、本と合わせてお読みください。

本書 239 ページ、注 41 より引き続き（本書 239～245 ページの内容を補填）

住民参加、そして生協や市場とは少し趣旨が異なるが、ヴォーバン住宅地における廃棄物処理、汚水処理についても詳しく調査した。紙面の関係上割愛したが、以下に取りまとめとめてあるので、参照にしていきたい。

ゴミを発生させないまち——住宅地の廃棄物コンセプト

緑豊かなまち、自然保護というテーマから少し外れるが、この章の最後にヴォーバン住宅地でのゴミの処理にも触れてみよう。しかし読者の皆様が期待している内容にはならないかもしれない。

まずはドイツの廃棄物の発生量について、ドイツ連邦環境局¹が発表している統計（2004年度）を紹介する：

- ・一般廃棄物：4,315 万トン。
- ・産業廃棄物：29,735 万トン（ここには農業からの廃棄物を含めない）。

一方、日本の廃棄物の状況はどうであろうか。日本の環境省のサイトで公表されている数値を以下に示す：

¹ 連邦環境省ではない。公式サイト：www.umweltbundesamt.de/。

- ・一般廃棄物：5,273 万トン（2004 年度）。
- ・産業廃棄物：41,700 万トン（2005 年度。内農業が 8,928 万トン）。つまり農業を含めないと 32,772 万トンになる。

この統計数字の求め方には各国で差があると思われるが、ここではそこまで考慮していない。大雑把な数字で感覚をつかんでいただきたい。人口規模、産業規模、国民総生産などは日本がドイツを上回るなので、その規模を考慮してみると、ドイツと日本では数字にそれほど顕著な違いがないことが分かる。それどころか日本のほうがこの統計値を見る限りでは人口 1 人あたりでの廃棄物の排出量は少ない。しかし一番の違いはやはり廃棄物を燃やすものか、資源であると考えているかのお国柄の違いである。ドイツでは一般家庭からの廃棄物のうちリサイクルによって再資源化される割合は 60%にも達する。日本ではわずか 19%と比較にならない。

さらにどちらの国にもいえることであるが、一般家庭からの廃棄物は、産業と比べると著しく小さな割合でしかない。この数字を見れば、より力をいれて対策しなければならないのは、実は一般家庭以上に、産業界であるとの見方が出てくるだろう。ただし産業廃棄物は、排出される廃棄物が大量かつ単一的である場合が多く、汚泥や建設から排出される残土、瓦礫など、再処理や減量化、リサイクルやリユースしやすい場合が多いことも考慮する必要がある。

しかし、それでも 1 つの住宅地からの廃棄物を考える場合、日常生活から排出される廃棄物以上に、住宅地を建設する際に発生する廃棄物、あるいはその住宅地が使用され、年月が経過することでリフォームや改築、取り壊しなどをする際に発生する廃棄物に気を使わなければならないことに気がつく。上記の統計では、ドイツでは年間 18,861 万トンの建設廃棄物、日本では 7,906 万トンの建設業廃棄物が発生しており、一般家庭からの廃棄物の量を陵駕している²。

この出発点に立ってフォーラム・ヴォーバンは、住宅地から発生する廃棄物対策のコン

² 日本とドイツの統計でこれほどまでに差が出ている理由を私は知らない。統計の取り方が違うのか、おそらくドイツと日本の建築物では使用される資材が異なるためではないだろうか。日本では家屋に合板や木など軽量のもの多用されるが、ドイツでは石、レンガなど重量ある素材が使用される。

セプトを取りまとめ、以下のような重点対策を行なっている。

施主、建築家、施工業者へ次のポイントを働きかける³（情報提供会、チラシ、パンフレット、相談窓口の設置などによる）：

- ・多少高価であっても長持ちする建材の普及推進。
- ・修理がしやすく、部品の取替えや部分的な補修・補強のできる設計の推進。
- ・家族構成が替わってもそのまま利用できる居住空間、間取りを設計時に配慮する。
（例：小さな子供部屋→後で使い物にならない部屋が発生する）。
- ・リユースができる、あるいは簡単にリサイクルできる建材の利用（木、石、ガラス、鉄など）。
- ・建材梱包の削減（施主や建築家の意向として、ゴミの発生しない梱包手段をメーカーに要求する）。

これらの対策は、とりわけ建物1つ、世帯1つずつの単位ではなく、住宅地で面状に広がることにより、市民側はメーカー、建築家、あるいは施工業者サイドへ圧力がかけやすい。第I工区の建設がはじまった1998年1月には、「ゴミの発生量が少ない建設」をテーマにした情報提供の催しがフォーラム・ヴォーバンによって行なわれ、上述したコンセプトを紹介している。またEUのLIFEプロジェクト⁴の助成を受けて、フォーラム・ヴォーバンとフライブルク市の廃棄物事業部は提携し、上述のコンセプトを一般市民のためのパンフレットとして取りまとめ配布している。

さらに建設途中で発生する廃棄物についても共同処理を推奨・組織化している。各戸がそれぞれ建設廃棄物用のコンテナ（産廃）を準備すると、どうしても単一品目の建材ゴミの量が少なくなり、多数のコンテナを各戸で置くことは難しいので、1つのコンテナには多様な種類のゴミが混入してしまう。こうして多種類が混ぜ合わさった産廃は、直接埋め立て、あるいは焼却処分するしかなく、処理費用も当然高くなる。ヴォーバンでは建設地区に即席の共同リサイクルセンターを設置し、それぞれの建設現場から発生す

³ 廃棄物の発生、処理とは、同時にエネルギーの必要量、消費量を指す。第4章『3) 建物建設時のエネルギー消費を削減する』にも詳細を記しているので、参考にして欲しい。

⁴ 詳細はエネルギーを取り扱った第4章で説明。

る廃棄物をそれぞれ品目ごとにコンテナに投入することを可能にした。このリサイクルセンターのおかげで、建材廃棄物のリサイクル・リユース率は高まり、各戸の廃棄物処理費用は軽減されている。

第 I 開発区の 440 戸の新築建設において、4,000 立方メートルを超える建築廃材が発生する⁵と予測したフォーラムが先手を打った恩恵で、最終的には予測平均値を大きく下回る 3,200 立方メートルの建設廃棄物に抑えられた。またヴォーバン住宅地では、住民が共同で行なう強みも活用されている。建材や家具、家電製品などをそれぞれ個々が購入するのではなく、住宅地として一括購入する工夫である。最初はフォーラム・ヴォーバンが音頭を取っていたこの一括購入の取り組みは、後にフォーラムの職員の中から事業として独立するものが出て、個人企業化されている。建設工事が本格化していった 1998 年の夏には、共同購入の「VauBau 社」が設立された。VauBau 社は、住宅地の建設で必要となる内装用品、家具、家電、ガーデニング関連のスタンダード商品の中から環境性能が高く、コストパフォーマンスの良いベーシックな商品をラインナップし、共同購入を組織した。環境に配慮した資材、建材、商品の普及を図るとともに、各世帯がそれぞれ 10~25%割引された価格で入手できることを実現したのである。もちろんこのような取り組みが発生し、さらにそれが成功するのかどうかは、第 5 章で重点的に紹介するように「住宅地の開発前に多くの入居希望者がすでに知り合っている」という前提が重要となる。

建築の際に発生する廃棄物以外では、どのような廃棄物対策が可能であろうか？ 住民団体フォーラム・ヴォーバンが一番に力をいれたのは、ゴミの出にくい買い物先を住宅地に作るという作業である。つまり、日本の環境 NPO のようにゴミの分別・リサイクルを推進したり、ペットボトルを悪者にしたり、買い物袋にはマイバックを忘れずになどという運動をフォーラムは一切行なっていない。それはなぜか？ 理由は簡単だ。そもそも近所にコンビニや大安売りのチェーン店型のスーパーしかなかったら、普通に生活すれば大量のゴミが発生してしまうからである。第 2 章のマイカー利用の削減のところでも紹介したようにゲームの理論で例えてみる。大量消費型の社会において個人に

⁵ ドイツの平均的な住宅 1 世帯からは 9.4 立方メートルの建設廃棄物が発生すると試算されている。

とって一番合理的な生活は、近くで買い物をして大量のゴミを排出することである。これが必ずゲームの解になる。それを避けようとする市民は常に我慢（＝非合理的な行動）をしなければならない。我慢が必要な環境保護は、長続きしないばかりか、環境性能の高い商品を買うために、より多くのエネルギーを使って遠くまで買い物に出かけなければならないというような矛盾も発生してしまう。さらに環境によいことを実践する人には、本来なら時間やお金といった見返りがあって当然なはずなのに、逆に余分な時間を使ったり、より多くの手間をかけたり、より高いお金を支払ったりしなければならない社会は魅力的とはいえない。

もし歩いていける範囲の近所の広場に週何度か、新鮮で安価で安心な野菜が、地域の顔の見える農家・生産者の手によって梱包なしで売られるように組織されていればどうだろうか？ もし近所に、フェアトレード、簡易包装、有機無農薬の食材を共同購入する生協（COOP）のお店があり、通常のアフェアトレード、過剰包装、農薬入りの一般のスーパーでの食材と似たような価格で販売されていればどうだろうか？ 何かを諦めたり、我慢したりする必要は全くないはずだ。こうした住宅地で支配的なゲームの解は、今挙げた場所で買い物を済まし、自動的にゴミの発生を抑える生活になる。ここで挙げた 2 つの環境と財布に優しい買い物先の成立、仕組みについては、第 5 章のエコノミーコンセプトのところで紹介する。ここでは、分別やリサイクルではなく、ゴミの流れの上流で対策を行なうことこそが、環境のためには一番大切だというポイントだけを指摘するに留めておく。

ドイツのゴミ事情

それでは、ヴォーバン住宅地で実際に発生してしまった日常からの廃棄物は、どのように処理されているのだろうか？ 期待に添えられないのは残念であるが、他のフライブルク市内の住宅地と全く同じように処理されているとしかお答えできない。フォーラム・ヴォーバンのコンセプトの段階では様々な廃棄物削減、処理の手法が検討され、いくつかのパイロットプロジェクトが作られてはいるが、面的に広がる特別な対策は取られていない。これは裏返せば、ドイツやフライブルク市の廃棄物処理が特に大きな問題もなく、うまくいっているからでもある。未来型のパイロットプロジェクトとヴォーバンで練られたコンセプトについては、次節で理想という形で紹介することにして、この

節ではドイツとフライブルク市の廃棄物の取り扱いを説明したい。最初に指摘したように日本のリサイクル率 19%とはかけ離れたリサイクル率 60%の処理過程である。

エネルギーの章の部分でも、現在の環境保護の置かれている難しい問題『環境保護対環境保護』を検討した。例えば風力発電を取り上げた場合、地域を軸にして考えると、景観を汚し⁶、稀ではあるがバードストライクなど貴重な種を脅かす存在にもなりえる。風車のすぐ足元では騒音、日照権という問題も発生することであろう。しかしグローバルで緊急に対策が必要な気候温暖化という問題を考えるとき、風力発電を切り捨てることはできない。ここで挙げた両者はどちらも環境保護のはずなのだが、ローカルとグローバルでは次元が違うため、お互いに対立してしまう図式となる。さらにソーラーと断熱材、あるいはパッシブソーラーハウスと地域暖房といった環境保護と環境保護が対立してしまう場合のケーススタディと、その解決への道を本書では記しているので参照して欲しい。それでは廃棄物の場合はどうであろうか？ 以下に例を挙げてみる。

ドイツに（あるいは日本にも）輸入されている資源のうち、大気汚染を防止するための触媒として利用されている重要な工業用の鉱物資源にプラチナ（白金）がある。このプラチナを触媒として利用する場合には、生産過程でも、製品の寿命が終わった際にもプラチナの一部が廃棄物になる。私たちは、もし 1 トンのプラチナが廃棄物として処理された場合には、統計上は 1 トンの廃棄物としか計上しない。しかし、この鉱物の出産国での状況はどうであろうか。ドイツの連邦環境局で長年にわたり部局長を務めたヴェルナー・シェンケルは、自著『なぜ私たちはゴミの発生回避を行なうことがこうも難しいのか？』の中でこう記している。

『プラチナの出産国では、1 トンのプラチナを生産するためにおよそ 40 万トンの山を掘り出している。そのためには大量のエネルギーが消費され、重金属をはじめとする物質に汚染された水、そして汚染された土砂、瓦礫が発生している。プラチナを精製するためにも莫大な量の汚染が現地では発生し、エネルギーは消費されているのだ。私たちは輸入の代金を支払うことで、その国へ多大な廃棄物の問題、環境破壊の問題を押し付

⁶ 風車が景観を汚すというのは主観的な意見であって、客観的な事実ではない。

⁷ Werner Schenkel, 『Warum wir uns mit der Abfallvermeidung so schwer tun』, Berlin, 1992 年。

けているのである』

もちろんこうした資源の輸出国での廃棄物処理の安全性レベルは、ドイツや日本のレベルに達していないことが多い。お分かりになるでしょうか？ こうした状況は多くの鉱物資源、原油製品、木材などをはじめとするバイオマス製品、はたまた食品にいたるまで少しも変わらない。もちろん私たちが住む国の大気汚染防止を心がけ、排ガスには触媒を利用して浄化することは重要であるし、いつかは廃棄物となるかもしれない限られた資源をリユース、リサイクルすることも重要である。しかし、それ以上に注目しなければならないのは、触媒としてプラチナを利用することで得られる環境保護の程度と、そのプラチナを産出する際に破壊される環境の程度の比較である。こうした比較を正確に数値で行うことはたやすいことではない。しかし、もし触媒の効果よりも資源産出の際の環境汚染の度合いのほうが高かったとしたら、私たちは触媒という装置を使うことで、本来は自国で処理すべきの廃棄物や汚染を他国で捨てているのと変わらないこととなる。こうした廃棄物の押しつけは、エネルギー消費の押しつけであり、温室効果ガスの排出責任の押しつけであり、水などをはじめとする現地の資源消費（汚染）の押しつけである。グローバルな世界では、近所の焼却炉、あるいは埋立地、ゴミのリサイクルという問題以前に、その製品の資源の出所から対策を行なわないと、近所はゴミのない住みよい環境になるのかもしれないが、遠く離れた場所では猛烈な勢いで環境の悪化が行なわれてしまうのだ。ハンブルク環境研究所は、自動車 1 台が廃棄物になった際に、こうした直接的には目にみえない上流でどれだけの廃棄物が発生したのかを算出している。条件によって数値が大きく変るためおよその値しか提出されていないが、自動車廃棄物 1 トンに対してファクター10~30 の廃棄物が発生しているそうだ。つまり自国の中ではなかなか目にみえにくい廃棄物が、自動車のゴミ 1 トンに対して、他国で 10 トンから 30 トン発生している。

この結果を真摯に捉える必要があるのではないか。自身の周りの環境を守るために他人の環境を犠牲にする。その場合の他人は距離的に離れば、離れるほど、犠牲があるという認識は弱くなり、経済的に弱い人びとは格好の餌食となってしまう。だからこそ、住宅地の廃棄物のコンセプトはフォーラムが作成しているように、

1. 製品や資源を長期間利用することによって廃棄物の発生を回避する。
2. 製品や資源を 1 人 1 人ではなく、共同で利用することによって廃棄物の発生を回避する（例えばカーシェアリング、共同の洗濯機、洗濯室、庭仕事の機械などのシェア）。
3. 建築家（建材の注文時）の指示によって包装容器の削減を進める。住宅地内と付近の商店には簡易包装を行なうように指導し、それを消費者の圧力で推進する。
4. 生活から発生する廃棄物の分別。とりわけバイオゴミの分別の徹底。
5. 住宅地内にコンポスト場をできる限り造る、

という取り組みを行う必要がある。

住宅地の廃棄物対策は、①まず発生の回避を、そしてどうしても発生してしまうものについては②生ゴミを中心としたリサイクルをというコンセプトで行なう必要がある。発生してしまったプラスチックや金属類の包装ゴミは、リサイクルしてもそれほど顕著に環境のためにはならないのだ。もちろんやらないよりは、やったほうがよいのは自明だし、マテリアルリサイクルは推進されるべきである。しかし、この部分の比重の取り方、スタンスに注意しなければならない。それでは、ヴォーバンを含むフライブルク市の廃棄物処理はどのようになっているのだろうか。危険物や粗大ゴミ、特別な廃棄物は除き、日常生活から排出されるゴミの分別と処理について見てみよう。

コンポストとバイオガス、バイオゴミを分別する必要性

フライブルク市の分別（大方のドイツの自治体はこれと似たような方式で分別回収・リサイクルを行なっている）を以下に列記する。

1. 無料で回収してくれる「バイオゴミ⁸」は、市内の機械・中温菌式コンポスト場でコンポスト化され、コンポストは肥料として地域内で販売されている。またコンポスト化の際に発生するメタンガスは、コージェネレーションで燃やされ、電気と熱を作り出している。ただしトラックによる戸別回収のためのエネ

⁸ バイオゴミとは、土に還り、肥料となるゴミを指す。日本でいえばいわゆる生ゴミ、庭から出る緑のゴミ。

ルギーのほうがコージェネでの生産エネルギー量より多いので、環境バランス（LCA）は自宅の庭などで各自がコンポスト化したほうが若干良い。もちろん電動式の家庭型強制コンポストの機器は、LCA では非常に悪い結果となることは覚えておくとよいだろう。

2. ドイツの包装容器リサイクル法に基づいて、包装に使われる「紙」は、一般の**新聞、ダンボール**など生活から発生する紙と合わせて無料で回収される。費用負担は、自治体と DSD 社⁹との協議により決定する（紙は当然リサイクルされる）。
3. ドイツの包装容器リサイクル法に基づいて、包装に使われているリユースではない「ビン」は、DSD 社の費用で回収される。回収は戸別回収ではなく、透明、緑、茶色と 3 色に色分けしたステーション方式（ビンは当然リサイクルされる）。
4. ドイツの包装容器リサイクル法に基づいて、包装に使われている**軽包装容器（プラスチック類、ペットボトル、缶、発泡スチロール、テトラパックなど）**は、一括で DSD 社の費用で回収される（回収された軽包装容器は、DSD 社が分別、リサイクルしている。多くの割合がマテリアル、将来的にはすべてマテリアル）でリサイクルされる。日本のように RDF、固形燃料、セメントや鉄を製造する際の還元剤などサーマルリサイクルには使われない傾向となってきた。その理由は、LCA でみるとサーマルリサイクルは環境のためにそれほど優れておらず、またリサイクル原料の流通が整備された恩恵と原油価格の上昇で採算性が向上しているためである。
5. これ以外の**残りのゴミ**は、排出者が直接費用負担をする形で、焼却により減量化され、通常は埋め立て、あるいは建設用骨材として利用される。費用負担額は、1 世帯 4 人家族でおよそ年間 2~4 万円程度である。排出量が多くなれば多くなるほど費用負担は当然のことながら増える。また日本のように熔融炉という化け物のような巨大な装置は作られていないし、廃棄物を燃やすためにコークスなど補助燃料を必要とすることも通常はない。ゴミの焼却では発電と発熱が同時に行なわれ、地域暖房に利用されるのが普通である。

⁹ 本書ではドイツの容器包装リサイクル法と DSD 社まで紹介しない。これについては日本ではすでに多くの著書が販売されているし、簡単には著者による以下の記事を参考にいただきたい：www.re-style.jp/bknbr/waou/01.html。



(左) フライブルク市のコンポスト処理場。1999 年完成。年間 3.6 万トンのバイオゴミをコンポスト化し、そこから得られる 400 万立方メートルのバイオガスで 8,000MWh の電力を発電している。(右) 市内から収集されたバイオゴミは、水分調整をして、中温菌が添加され、発酵が促進される (出典：安藤生大博士撮影)。



出来上りのコンポストは年間 1.5 万トンにも上る。そのほとんどは地域の農家、あるいは庭師などの事業者に販売され、地域の緑を育む大切な有機肥料となっている。コンポストの品質は定期的な検査で認証を受ける (出典：安藤生大博士撮影)。

この中で一番大切な分別は、1. のバイオゴミの分別である。生ゴミは肥料として有効に活用でき、地域内で循環させることができるリサイクル優等生である¹⁰。また生ゴミは決して燃えるゴミではない。無理して燃やすゴミでしかないのだ。バイオゴミを分別することによって、5. の残りのゴミはプラスチックなどの高カロリーのゴミ含有量が少なくとも高温で燃焼させることが可能となる。日本ではプラスチック類などの分別をあまり徹底的にやりすぎると、燃えるゴミのカロリーが不足し、燃焼温度を維持するためにコークスや天然ガスなどの燃焼補助が必要となっている場合が多々あるという。こ

¹⁰ プラスチックや紙、ガラスビンなどは地域ごとにリサイクルしても採算が取れないし、流通にも乗らないためある程度広域でリサイクルする必要がある。またこれらのリサイクルには大量のエネルギーが必要であり、さらに広域区での回収処理となるため輸送エネルギーもかかる。

れは水も滴る生ゴミを燃えるゴミとして回収していることの当然の結末である¹¹。

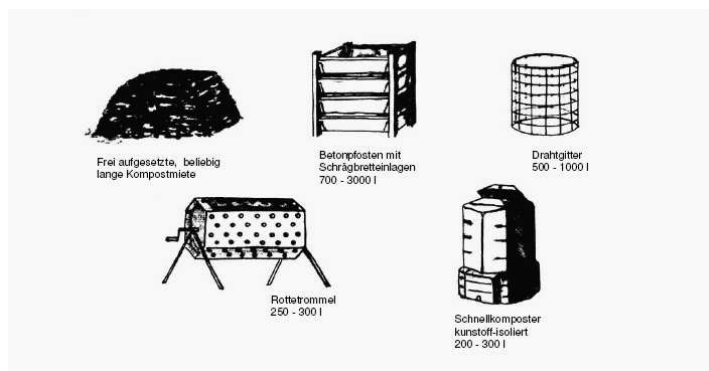
バイオゴミの分別がドイツではなぜ重要視されているかをもう少し詳しく説明する。ドイツでは環境保護のための将来の家庭での日常ゴミの分別は 2 分別、つまりバイオゴミとそれ以外のゴミにすることが提言されており、ドイツ連邦環境局、環境関連の研究、大学など専門家の間ではそれが環境のために最も優れていることとして学術的な合意がなされている。つまりこれまでのように包装容器だけを特別扱いしてリサイクルするのではなく、すべての廃棄物をリサイクルし、同時に一括回収で運搬のためのエネルギー消費量を最小限に抑えようとする取り組みだ。バイオゴミ以外の分別は、人間以上に正確な機械で自動的に行なう。しかしバイオゴミ、いわゆる生ゴミがその他のすべてのゴミに混入していると、含水率や有機分が高くなり、濡れているため、たちまち自動分別は機能しなくなる。バイオゴミは本来小さな自治体単位でリサイクルできるリサイクル優等生である。したがってもし廃棄物の分別を埋立地の延命のためではなく、環境のためにするのであれば、まずは生ゴミを分別し、コンポスト化することからはじめなければならない。

先に、ヴォーバン住宅地ではフライブルク市の方針とは異なった廃棄物のコンセプトが作られたが、実現しなかったと述べた。その中身はスイス・チューリッヒ市、バーゼル市などを模範にした面状に広がる共同コンポストステーションの設置である。フライブルク市では、分別回収されたバイオゴミは、大型集中コンポスト場で強制発酵させている。もちろんその際に発生するバイオガス（メタンガス）によって、熱と電気が得られているわけであるが、それでも戸別回収にかかるエネルギーを考慮すると LCA バランスはそれほどよくない。したがって本来環境のためには、自宅の庭でエネルギーをかけずにコンポスト化することが生ゴミや緑のゴミの処理としては正解なのである¹²。しかし個人にコンポストを強制することはできないし、処理方法を間違ったり、十分な手間をかけたりしないと悪臭、カラスやねずみ、猫などを寄せ付けてしまう。出来上がったコンポストも肥料としては役に立たない場合もある。したがって、ヴォーバン住宅地で

¹¹ 日本でも生ゴミを分別して回収している自治体も出てきたと聞いた。しかし回収ステーションに設置された保冷庫に保管してから回収、処理するという話も耳にした。ドイツ人にこの話をしても誰一人信じてくれなかった。

¹² 大量の電気を必要とする家庭用コンポスト機器は、当然のことながら環境バランスでは優れていない。

は個人ではなく、1つの街角のまとまり（十数世帯単位）で小型のコンポストステーションを作り、そこで緑のゴミを地域内で処理することはできないか模索していた。そうした事例は、とりわけスイスにおいて広く普及している。



各種の家庭でできる小型コンポスト。対象とする人数によって 200～3,000 リットルの大きさのものが市販されている。フォーラムは図でいう左下の回転型コンポストを 20 世帯程度の生ゴミを処理できるように横長に連結させるなど改良し、街角ごとにコンポストステーションを作るアイデアを持っていた（出典：バーデン・ビュルテムベルク州作成のパンフレット『学校の庭造り』）。



ミュンヘン市で実施されている共同コンポストステーション（出典：ミュンヘン市作成のパンフレット『大都市におけるコンポスト』）。

こうした集合型の小型コンポストステーションを街角に設け、その場所作りとコンポスト方法をうまく配慮して設計することで、コンポストステーションが単なるゴミ捨て場ではなく、人が集まり、子供たちが遊べる井戸端会議の場所となることもスイスでは実

証されている¹³。バーゼル市の好事例を視察し、それを目指したフォーラム・ヴォーバンだったが、フライブルク市はこの時期、自治体規模で集中処理するコンポスト施設を建設中であったため、ヴォーバンのみに限定した小型コンポストステーションを支持しなかった。最終的には市民が自発的に庭などでコンポストを行なっているだけが現状である。

資源のために、下水コンセプト

廃棄物を削減するための対策としてヴォーバン住宅地にはパイオニア的なパイロットプロジェクトが実施されている。最後に、これを紹介する。

化石エネルギーの枯渇や金属資源の枯渇などは、一般のメディアにも数多く登場している。しかし、我われ人類の繁栄に直結している鉱物資源「燐（リン）」の枯渇に人類が直面していることをご存知の方はどれだけいるだろうか？ 地球上には確かに物質としての燐は大量に存在する。しかしほとんどの燐は人間が利用することができないほど低濃度で地球上に存在するか、あるいは猛毒物質のカドミウムなど重金属と結合した状態で存在している。専門家によって多少の意見は分かれるが、人間がこれまでと同じように鉱物として燐を掘り出し、精製し、消費するのであれば、あと 60 年から 100 年ほどで燐は枯渇するといわれている。そのときに何が起きるのか。すべての植物、生物は燐を吸収することで成長している。つまり資源としての燐は、ほとんどの場合リン酸肥料として利用されている。もし燐が枯渇するのであれば、食物の生産量は急減し、世界的な飢餓がやってくる。

それではなぜ我われは貴重な資源である「燐」を使い捨てにしているのだろうか？ その歴史は下水処理の歴史からはじまる。19 世紀の半ばまでは下水処理は循環型の営みの中で行なわれてきた。つまり栄養分となる燐は、植物に吸収されて、それが動物や人間の口に入った。そして動物や人間から排出された燐は、再び肥料として田畑に、あるいは森林に循環していたのである。しかし、近代的な下水処理が行なわれるようになる

¹³ 例えば 1999 年にバーゼル市を視察したフォーラム・ヴォーバンの職員の報告によれば、バーゼル市ではおよそ 7,000 世帯が自らでコンポストを行なっており、15 世帯以上が集まる集合型コンポスト場が 85 ヲ所、8~15 世帯のコンポスト場が 128 ヲ所、3~7 世帯のコンポスト場が 664 ヲ所も設置されている。もちろんこれらのコンポスト装置はエネルギーを必要としない手動式である。

と、資源としての磷は、直接河川に、あるいは下水処理を経て、薄められてから河川に流されるようになっている。これまで人類は途方もない量の磷を最終的には海に薄めて流してきたのである。こうして薄められてしまった資源は、人間の能力では回収して再利用することができない。技術的、理論的にできたとしても、それにかかるエネルギーは膨大で現実的ではないし、コストの面でも釣り合わない。汚れた物を目に見えない形で処理するという弊害は、この場面でも発生していたのである。

それでは下水処理場で効果的に磷を回収することは可能であろうか？ 答えは 2 つの理由から否となる。まず 1 つには、現在の下水道を回収する回路の問題である。我われはトイレの汚物だけを下水処理場に送っているのではない。水洗トイレが登場するようになってからは、汚物を流す時点で水で薄めている。また生活用の排水とトイレからの汚水は混じるため、下水場に到達するときにはリンの濃度は著しく低いものとなっている¹⁴。さらに一般家庭の無害の汚水だけが下水処理場に送られるのではなく、商工業を含む産業からの汚水も同じ回路で下水処理施設までやってくる。したがって下水処理の過程で発生する汚泥などを、そのまま将来は食用となる植物の肥料として利用することはできない。中間にそれらの有害物質を取り除く処理や装置が必要となる。もう 1 つの理由は、処理費用の問題である。下水処理場を通過するすべての磷を取り出すことは技術的に、あるいは理論的には可能であろう。しかしそれを完全に近い形で行ない、すべての磷を再び肥料として流通させることは現実的ではない。日本でも西洋でも、下水処理後の放流水中の磷や窒素の割合が多いと、下流域や近海で富栄養化を引き起こすことが確認され、問題視されている。したがってある程度の磷は回収されることになっているが、すべてではなく、またその回収された磷のすべてが肥料として利用されているわけでもない。大部分の汚泥は乾燥と減量の過程を経て、焼却処理か埋め立て処理される。

ここまで記して、現在の問題点はほぼ明らかになったかと思う。フォーラム・ヴォーバンの代表を長年務め、自身は湖沼学者でもあるヨルク・ランゲ¹⁵はこの問題に長年取り

¹⁴ 食品中のリン濃度は例えば味噌汁の場合 180mg/リットル、牛乳では 930mg/リットルであるが、下水処理場へ流れ着く頃には 5mg/リットルにまで薄められている。下水処理の過程を経ると最終的にリン濃度は 0.5mg/リットルまで薄まる。

¹⁵ ランゲはヴォーバン住宅地において環境技術研究所を運営している：www.vauban.de/projekte/aturus/。

組んでおり、ヴォーバン住宅地に作られる共同住宅を対象にした「衛生設備コンセプト」を構想した。このコンセプトはドイツ環境基金のパイロットプロジェクトと認可され、導入が実現している。20 世帯が入居している共同住宅に取り付けられた特別な仕掛け、「衛生設備コンセプト」を少し紹介しよう。

プロジェクトは大きく分けて 3 つの柱から成り立っている¹⁶：

1. トイレは飛行機や新幹線などで利用されているバキューム式のものを採用する。通常は 1 回の洗浄で 5～9 リットルの水で汚物を薄めているのだが、ここでの洗浄水は最低限の 0.5～1 リットルしか消費しない。
2. トイレの汚物は、この建物の入居者から発生するバイオゴミ（生ごみや庭仕事で発生する緑のごみ）と混ぜ合わされて、密閉された発酵槽で 37 度で発酵させる。ここから発生するバイオガスは、メタン 40%、二酸化炭素 60% である。このバイオガスは、収集して各家庭の調理用の火（ガス）として利用する。つまり、多くの人間が多くを量を食べれば食べるほど、調理のためのガスが多く発生するという理屈である¹⁷。発酵が終了した液肥は、近所の農家に渡せるようにポンプも取り付けられている¹⁸。
3. トイレ以外の場所から発生する生活用排水（キッチン、シャワー、洗濯など）は、衛生上、それほど注意が必要なわけではない。ここでは特殊なフィルターでろ過することによって排水を浄化し、飲料以外の用途（庭木の水遣り、トイレの洗浄などに）に利用している。

このコンセプトによって得られるポジティブなポイントを列記してみよう。

- ・有限な資源である磷を有効にリサイクルできる。
- ・上水の消費量を 2～4 割も削減できる（年間に 1 人 15 立方メートル程度）。

¹⁶ このプロジェクトの詳細や写真は：www.passivhaus-vauban.de/warum.en.html。

¹⁷ ただしバイオガスの利用は、装置的にはほぼ実現できる程度までのものが設置されているが、ドイツの衛生法によって使用許可は阻まれている。バイオガスだけを燃焼して利用する場合、衛生上は本来何も問題がないはずである。こうした場合に限った例外措置を検討することも必要であり、国などもこうした取り組みを推進する必要がある。ただし軒家の場合は、こうした処理装置を導入することは、量が少なすぎてあまり意味がない。集合住宅や街角ごとでの回収をするのが理想的である。

¹⁸ これも衛生法の関係から許可が下りていないため実現されていない（装置は完備されている）。このプロジェクトを実際に施工した業者は、残念ながら許可を取りつけるまでの間に資金繰りが困難になり、倒産しているため、バイオガスと液肥の廃棄物の 2 次利用という段階は凍結されている。

- ・下水道や下水処理施設そのものが不要でなくなる。
- ・下水道処理には大量のエネルギーが必要である。とりわけ磷や窒素を取り出す高度処理には莫大なエネルギーがかかる（この処理にドイツでは1人1年あたり約130kWhのエネルギーを必要としている。これは個人の総エネルギー消費量の実に4%近くにも達する）。さらに一方では、化学肥料のための磷と窒素も莫大なエネルギーを利用して生産されている。このコンセプトが実現化すると社会にとって総エネルギー消費量がかなり削減される。
- ・磷や窒素だけではなく、カリ、硫黄といった栄養素は、現在のところ全く下水から回収されていない。海へ薄めて流しているだけである。これらをほとんど逃すことなく回収することができる。
- ・下水処理場の汚泥処理には大量のエネルギー、そして費用が投入されている。社会としてこの部分のエネルギー、費用が不要となる。
- ・トイレからのし尿と生活用排水を完全に分離することにより、それぞれに最適化された処理が可能となる。つまりエネルギーや費用の最もバランスの取れた処理を可能とする。
- ・バイオガスとしてエネルギーを回収することが可能である。
- ・総じて、二酸化炭素の排出量が削減される。
- ・農地の土壌が改善される。
- ・家庭からの廃棄物の3~5割の重量分が肥料へと再利用される。
- ・ヴォーバンのように雨水排水を住宅地内で行なうようになれば、全く下水配管を地下に埋設する必要がなくなる。
- ・下流域の河川、近海、湖沼の水質が改善される。

どうだろう、このような画期的なプロジェクトを行なうための技術はすでに完成されているのだ。家庭ゴミの分別を目の色を変えて促進するよりも、こうした事例を積み上げ、住宅地ごとに順に取り込んでゆくことのほうが、重要な環境保護とはいえないだろうか。

注：このようにヴォーバン住宅地では、個別にはパイロットプロジェクトが行われています。こうしたプロジェクトを研究、視察されたい方は、記事中のアドレスや著者に連絡いただきたい。日本でもこうしたプロジェクトが面状に広がることを願っています。