

# 農産加工による 廃出物の問題とその解決策

国際馬鈴しょ研究所 (CIP)

Dai Peters

ベトナム国環境生物資源研究所

Do Duc Ngai, Dang Thi An

まえがき

サツマイモ、ジャガイモを原料とする日本のでん粉製造工場は大規模で合理化され、また出される廃棄物も公害を発生させないように、適切に処理されていますが、アジアの開発途上地域では家内工業的なでん粉製造所が多く、廃液、残渣などの処理も、かならずしも十分ではなく、環境に好ましくない影響をおよぼしてきたのが実態のようです。しかし、大きな設備と多額の費用を要する浄化施設の設置には、なかなか手が届かないものの、少しでも環境問題を解決しようと、それなりに努力を払っている姿もみられます。このたびベトナム国ハノイ近郊での、これらの実状について、若干の資料提供を受けましたので、その概要を紹介いたします。(編集部)

## 1. 農村経済向上に貢献する加工業

作物栽培と家畜飼養を組み合わせた、均衡のとれた営農は、農家経済の安定にきわめて重要であり、ベトナム国ハノイ近郊の農民にとっては家畜、とくにブタの肥育は貴重な収入源となっているが、加えて加工を取り入れている農民たちは、より多くの収入を得、そのことが地域の経済発展にもつながっている。

この地域の農産加工の代表はでん粉製造であり、都市近郊の決して豊かでない農家にと

っては、本業による少ない収入の大切な補いとなっていて、作物生産ほかの農作業による<sup>かせ</sup>稼ぎが減ることを差し引いても、製造業を行っていないものと比べて2倍の収入がある。

農民は粗製でん粉を、関連の大企業に供給し、企業はそれを精製し、またでん粉を原料とする加工品を製造している。これら企業はまた、付随する各種のサービス業、たとえばでん粉からの麦芽糖の製造、製品の輸送、燃料の供給、などを産み出し、地域の活性化に貢献している。

農産製造業は生産物に付加価値をつけ、加工業者は高い収益を得るものの、加工には多量の水を必要とする。また製造に際して出される廃液、残渣(固形廃棄物)は作物生産、養魚など産業に悪影響をおよぼし、外観の汚染と悪臭、人々の健康を害するなど、環境、社会的問題を惹起する原因ともなり、これらへの対応は緊急の課題である。

## 2. 大量に排出される廃棄物と環境汚染

でん粉加工業はハノイ郊外の三カ村に多い。そこには約6,000の業者がでん粉製造とそれともなう生産、たとえば麺類、麦芽糖、あめの製造、そして残渣を飼料とするブタの飼育を行い、これらは3万の人口を支えている。でん粉原料としてはキャツサバとカンナ(p.10

表 1. ハノイ近郊農村での就業状況

| 就 業 の 種 類        | 比率(%) |
|------------------|-------|
| キヤツサバでん粉製造       | 28.73 |
| カンナでん粉製造         | 6.43  |
| キヤツサバでん粉再加工      | 6.43  |
| キヤツサバ根洗滌すりおろし    | 2.69  |
| カンナでん粉残渣の乾燥（販売用） | 9.53  |
| カンナでん粉残渣再加工      | 1.46  |
| 麦芽糖製造            | 6.66  |
| カンナでん粉麵製造        | 2.96  |
| 製 糖              | 0.09  |
| 米粉麵製造            | 3.92  |
| アメ製造             | 1.46  |
| 豆腐製造             | 0.36  |
| ムング豆生産           | 0.68  |

|                       |       |
|-----------------------|-------|
| キヤツサバでん粉残渣販売          | 0.41  |
| カンナでん粉残渣販売            | 0.09  |
| キヤツサバ、カンナ根販売          | 1.50  |
| 麦芽糖用コメ栽培              | 0.14  |
| 農業労働                  | 9.17  |
| 工業労働                  | 4.15  |
| マッシュルーム栽培(カンナでん粉残渣使用) | 0.05  |
| 〃 (オガクズ使用)            | 0.50  |
| 養 豚                   | 64.25 |
| アルコール製造               | 0.96  |
| セラミック板加工(でん粉製造タンク用)   | 0.09  |
| キヤツサバでん粉残渣乾燥(燃料製造)    | 19.70 |
| その他                   | 38.62 |

注：その他は小売、修理、手工業、技工など。  
一世帯が複数業に就いている場合もある

参照)が用いられ、ある一カ村にある2,400の業者のうち29%はキヤツサバでん粉、6%以上はカンナでん粉の製造を行い、ほかは関連産業に従事している(表1)。でん粉加工は原料作物の収穫期に合わせ、11月から翌年3月までに行われるが、この期間に狭い地域から排出される廃棄物は相当の量にのぼる。1999～2000年の1年間に出了された廃液は145万m<sup>3</sup>にもおよび、それに含まれる有機物は、加工が行われる場所でも、また下流にある池でも、政府の定めた危険値を超えていた。また、同じ期間に51,750トンの残渣も生じていて、キヤツサバの残渣は家畜の飼料とされるが、カンナからのものは利用価値に乏しく、道路わき、あるいは湖沼に棄てられ、地域住民はこれら廃液、残渣が環境を汚染し、健康に有害であることを痛切に感じている。

規模の大きい、工業化された業者は、邪魔者とされる廃液、残渣を活かして価値のある製品を造り出す事業に投資するための資金を

もっている。また、これら企業は通常政府から廃棄物の管理を引受けるよう、求められている。反対に、非常に規模の小さい農民加工業者の出す廃棄物の量はきわめて少なく、作物栽培、家畜飼養などの営農体系のなかでの処理が可能である。すなわち、廃液は畑に施して作物を育てる養分とし、残渣は家畜の飼料にする、などである。

しかし、それらの中間的な、家庭規模の業者は結構多量の廃棄物を出し、その経営体のなかで処理できず、しかも残渣からの再生産のため、また廃棄物処理のために投資するだけの財力がない。狭い地域にこのような業者が集まると、それらから生ずる廃棄物は地域で処理可能な量よりも多くなってしまいうのが常である。

加工による廃液の流れには、農家の多くが手がけている養豚からの、さらに家庭からの排出物も加わるが、これらには水の富栄養化に関係するチッソを多量に含むばかりでなく、

人体に害となるバクテリアその他有害物を含んでいて、しかも地域では多くの家庭が関わっているせいか、そのようなものの放出が、とにかく大目にみられ勝ちである。加工がほとんど乾季に行われることが、環境をより悪化させる原因ともみられる。すなわち雨水によって廃液がうすめられることが少なく、ために多くの排水溝は悪臭を放つ黒色の水で満ち、流れがゆるやかに進むに従って含まれる固形物は沈んで溝は浅くなり、遂には道路に溢れ出てしまうこともある。

でん粉製造業は多量の残渣を出す<sup>かす</sup>が、原料がキヤツサバであれば表皮、繊維の滓、それに低品質の黒いでん粉が混ざり、これらはブタの飼料となる。カンナの滓は飼料としての価値はなく、環境への考慮も払わずに川、池などに捨てられることが多く、それがさらに廃液の濃度を高めるが、ときとして廃棄物は道路わき、家の外などに捨てられ、直接住環境を悪化させていて、近隣の住人とのトラブルの問題となっている。

### 3. 加工廃棄物対策への取り組み

都市近郊農業が安定し、農家経済が今後とも発展してゆくためには、このような環境、社会への負の影響を減らす方策を取り入れる必要があり、環境生物資源研究所は国際馬鈴しょ研究所(CIP)と共同で、2000年に廃棄物問題についての研究を行った。

キヤツサバ、カンナを原料とするでん粉製造企業から出される廃液、残渣の量を測定し、これらの廃棄物が環境と健康におよぼす影響



### キヤツサバでん粉製造作業

を調べ、さらに加工技術の改良によって廃棄物の量を減らすことの可能性、また廃棄物の活用法についても検討することとした。

ハノイ近郊で、でん粉加工を行っている三カ村、行っていない一カ村を調査対象として選んだが、後者は、より川の下流にあって、製造業の悪影響を直接受けるところに位置している。

廃液と残渣の量の測定については、加工場のある三カ村と、そうでない一カ村の280の応答者からの回答により求め、廃液の試料は、加工しているところと、そうでないところの溝に沿った多くの個所、また散在している湖沼から採集し、調査試料の分析は環境評価指針(United Nations Environmental Program, 1994)に従って実施した。

### 4. 廃液についての調査結果

廃液はキヤツサバ、カンナからのでん粉製造、でん粉の精製、麦芽糖製造、カンナでん粉を用いての麺類製造の際に生ずる。

出される廃液の量は原料によっても違いがあって、カンナの方がより多く出される。キ

ヤツサバは皮を剥き水洗いするのに、それほど多くの水を必要としないが、一方カンナの根は形が複雑で剥皮できない部分が残る。またカンナは人力により2、3回でん粉抽出の操作を行わなければならない、より多くの廃液を出すこととなる。このように手がかかり、また多くの廃液を出すにもかかわらず、カンナが原料として用いられるのは、良質のでん粉が得られるからであり、これから優れた麺が製造され、たいへん高価に販売されるからである。

平均してヤツサバの根1トンを加工する際に出される廃液の量は10.7m<sup>3</sup>であり、同量のカンナでは12.9m<sup>3</sup>である。調査した三カ村では1999～2000年にかけて75,000トンのヤツサバと50,000トンのカンナを加工しているが、それによって約145万m<sup>3</sup>の廃液が排出されている。

廃液の分析結果は表2のとおりである。加工に際しての汚染物質の濃度は、カンナの方がヤツサバによるものよりも高かった。そして、すべての測定値はベトナム科学技術環境省が設定した廃液排出基準の許容範囲を超えている。これらの基準値は、この程度の汚染であれば公に指定された流水に排出してもよいと規定されているものである。

廃液が加工を行っていない村に達するまでには、薄められて汚染物質の濃度は定められた基準値以下になるのが常であるが、濃度は加工操業時期によっても異なり、操業終期には比較的低いものの、最盛期には排出される廃液の量が相当多くなるために高くなる。このような調査を実施するに際しては、試料採集の時期、場所について十分な検討が必要とされる。

## 5. 残渣についての調査結果

残渣は根を洗うとき、剥皮するとき（ヤツサバ）根を分けるとき（カンナ）に生ずる。平均してヤツサバでは加工する根の47%が残渣となり、カンナでは33%である。1999～2000年にわたる加工の期間に51,750トンの残渣を生じている。

ヤツサバの加工による残渣には根皮、繊維それに黒色のでん粉を含んでいて、根皮は機械による剥皮では根重の5%であるが、人力では10%である。排出される残渣は2、3日後には発酵しはじめて褐色になり、悪臭を放ち、1週間ほどで腐りはじめる。黒色のでん粉は根重の僅か2.5%ではあるが、でん粉に他の不溶性の有機分が混ざっていて、利用価値に乏しい副生物である。

カンナの根は不整形であるため、根皮と繊維を含む多くの滓を生じ、でん粉を分離する第一段階で80～90%の水分を含むこれらの残渣を生ずる。

残渣の分析では、ヤツサバでは87.5%が水分で残余が固形分であり、その69%はでん粉、0.4%はチツソ、リン酸、カリウムであって、30%は繊維である。そして養豚、養魚のよい飼料となる。1999～2000年にかけて出された35,000トンのヤツサバの残渣のうち、加工業者はその11%を自家用のブタに与え、71%は飼料製造原料として販売され、残りの僅か18%が廃棄されたにすぎない。

一方カンナの残渣では、水分含量は約80%と、より少なく、固形分は20%と多い。しかし固形分に含まれるでん粉は4%と少なく、チツソ、リン酸、カリウムは0.6%で残りは繊維であり、飼料としては向いていない。であるからカンナの残渣のほとんどは腐らせるか、

表 2. 廃液に含まれる物質と許容値

| 種 類              | 加工所での廃液mg/ℓ |        | 排水溝での廃液mg/ℓ |       | 一般工場<br>の排水 | 許容値<br>1 | 許容値<br>2 |
|------------------|-------------|--------|-------------|-------|-------------|----------|----------|
|                  | キヤツサバ       | カンナ    | 加工村         | 無加工村  |             |          |          |
| 水素イオン濃度(PH)      | 4.6         | 5.8    | 6.9         | 7.55  | 6.85        | 5.5-9    | 5-9      |
| 生物的酸素要求量(B.O.D.) | 551.5       | 486.8  | 710         | 25    | 710         | <50      | <100     |
| 化学的酸素要求量(C.O.D.) | 6214.8      | 7378.8 | 1162        | 45.7  | 1162        | <100     | <400     |
| 浮遊残渣             | 1466.0      | 3012.6 | 501         | 35    | 501         | <100     | <200     |
| 固型残渣             | 5735.7      | 7385.8 | 1.34        | 0.51  | 1340        | —        | —        |
| 全リン量             | 34.82       | 72.37  | 24.21       | 25    | 24.21       | <6       | <8       |
| 全チッソ量            | 168.1       | 199.3  | 102.5       | 12.87 | 102.5       | <60      | <60      |
| アンモニウム態チッソ       | 47.52       | 35.19  |             |       | 98.84       | <1       | <10      |
| マンガン             | 0.44        | 2.21   | 1.36        | 0.5<  | 1.36        | <1       | <5       |
| 硫酸イオン            | 16          | 69.25  |             |       | 30          | —        | —        |
| シアンイオン           | 0.035       | 0.001  |             |       | 0.01        | <0.1     | <0.2     |

注：許容値 1. 運河または灌がい、湛水栽培用としてだけ放流が許容される

〃 2. とくに公の機関によって承認された場合だけ放流が許容される

湖沼などに捨てられる。1999～2000年にわたり15,000トンものカンナの残渣がこのようにして捨てられた。しかし2001年には新型のでん粉分離機が導入されていて、それは分離効率がよく、廃液に浮いて流れるほどの繊細な残渣しか生ぜず、残渣の問題は解決するが、廃液の中に多くの浮遊物を生ずることとなった。

## 6. 廃棄物の活用

現在すでに80%以上のキヤツサバの残渣は、主としてブタ、魚の飼料として加工されているが、そのほかの新らしい目的にも使用されている。

ある村では、マッシュルーム栽培のための培養床として使われていて、乾燥した廃棄物で造られた枠に残渣を固く詰めると、よく湿気が保たれるために、含まれる養分によってマッシュルームを育てることができる。飼料

としての利用価値のないカンナの残渣は肥料として少量用いられ、また小さな塊として天日乾燥させたものは代用燃料ともされる。

残渣を価値あるものに変えるリサイクルへの取り組みは、地域の重要課題ではあるが、これらによる生產品の価格が低いため現在ではあまり奨励されず、他の画期的な用途の開発が必要とされる。

残渣よりもはるかに排出量の多い廃液の適切な処理は、より重要で問題も大きい。ベトナム政府は60億ドン（VND, 1US\$≒15VND, 2001年11月現在）を廃液処理工場建設のため割り当ててはいるが、まだ完成していない。廃水に含まれる有機物を沈でんさせる公共の池を設置している村もあり、また広域の排水溝を流れている途中で含まれる残渣物が沈でんして、かなりの浄化は可能ではあるものの、限られた溝、限られた容積の池では膨大な量の廃液を吸収することはできない。

排水溝の沈でん物は肥料とされる。廃液が作物の養分を豊富に含んでいることは間違いなく、もし購入肥料の一部もしくは全部、それに堆肥のかわりになるのであれば、作物の生産費を下げ、利益をもたらし、まさに一石二鳥というべきである。

廃液を肥料として作物に施す試みは、まだ広く普及してはいないが、灌がい用水が十分でないところで排水施設が整っていれば、用いることは可能である。一部地域では過去に廃液を作物への灌がい水として用いたが効を奏せず、それは事前に精密な調査を実施しなかったから、と考えられた。

#### 7. 作物への施用効果

廃液の灌がい効果について、ある村で調査が行われた。

その一つは、鉢植えの作物に濃度100%から0%の廃液を施し、作物にどのような結果をもたらし、土壤にどのような影響をおよぼすかについて調べた。すべての作物で同じような結果が得られ、80~100%液を施したものがもっとも高収を得ており、また土壤の有機物含量も増加している。塩分濃度も増えていた

が、少なくとも短期間に作物生産に悪影響をおよぼすほどのものではなく、作物の増収効果は継続するであろうと思われる。

第二には、農家の畑（水田）で、いつ何回施したらよいかについて、すなわち生育初期に施すか、相当大きくなった作物に施すか、毎週か2週間ごとの施用か、等について調査したが、結果は初期生育の段階に週1回の灌がいでもっとも効果が現われている。

この地域の養豚は、でん粉製造の残渣のほか、主として2種類の作物Kangkung (*Ipomea aquatica*) と Watertaro (*Colocasia esculenta*) が飼料として用いられるが、この両者とも、このたびの調査では好結果をあらわし、とくにKangkungの場合には単収は驚異的なヘクトールあたり130トンを得ていて、これは廃液を施用しないものの4倍以上である。このような増収により養豚の経費を下げるができる。

これら作物を作付した畑に施された廃液は、続いてイネを植付けている水田へと導かれるが、この間に病原菌、また人体に有害な動植物はいちじるしく減少するため、人の健康への脅威を減らし、また残余の養分でイネに増収効果をもたらし、さらに水も浄化されるものと期待される。

このようにして加工場から出される廃液の一部は、リサイクルが可能であるが、全量をこの方法で処理することはできず、残りの廃液は下流の地域に達するまでに浄化する必要がある。一つの手段としては、流れを緩やかにする池、タンクなどを設けることであり、この部分を通過することによってかなり自然浄化が行われる。



廃液で灌がいされた水田、手前Watertaro