

6章 さつまいもでん粉に関する試験研究

さつまいもでん粉の製造法の変遷については5章で述べられているがここでは鹿児島県農業試験場成績書および澱粉工業学会誌を参考にさつまいもでん粉製造に関する試験研究の流れを整理したい。その流れは、大きく三つの研究テーマに分類できる。でん粉工場が急速に成長していった昭和30年～40年頃のでん粉製造法の合理化に関する試験、昭和45年に制定された水質汚濁法に対応するためのでん粉排水処理法に関する試験そして糖化原料としてのとうもろこしでん粉の台頭に伴うさつまいもでん粉の用途開発の試験である。

1. でん粉製造法に関する試験研究

(1) 流水輸送によるいも運搬の合理化

昭和30年前までの洗浄工程へのいもの搬送は、人力で行われ、重労働であるばかりでなく、でん粉工場の大型化には対応できないものであった。このいもの搬送に流水輸送が適応できることを実証し、いもの流水経路の設計所要が提案された。搬入されたいもは原料貯庫の中央を流れる流水溝の水流によっても洗い機まで流走されるため殆ど人手を必要とせず、大幅な省力化に繋がった。

(鹿児島県農業試験場80年史)

(2) 篩別工程の改良、合理化

さつまいもを磨砕してからでん粉と粕に分ける篩別工程では、長方形の木枠にアミを張った篩を前後に振とうさせるいわゆる鹿児島方式の振動平篩（幅90cm、長さ110～120cm、振動の勾配9°、振動数160rpm、振動のストローク10cm、9枚を1セットとして用いる）を何連にも繋げて用いたため、広大な敷地面積が必要であるばかりでなく、洗浄水が多い、篩アミの交換、洗浄に多くの労力が必要など製造コストを引き上げる要因となっていた。篩工程の合理化のため、ジェットエクストラクター（jet extractor、J.E）及びシーブベンド（sieve bend、S.B）の実証試験が行われた。

ア. ジェットエクストラクターの篩別効果

この装置は1954年にシュミットによってばれいしょでん粉用に開発され、日本では1959年に北海道のばれいしょでん粉工場で採用された。真鍮アミを張った円錐形のバスケットと洗浄水用ノズルより構成され、両者を回転数に違いを持たせ、同一方向に回転させ、磨砕物があみ上を移動する間にでん粉粒が洗浄水によって濾過される機構で、国産機の制作が1962年に行われ、その1号機を用いて鹿児島での篩別効果試験が行われた。

表6-1 平篩とジェットエクストラクターによる遊離澱粉率の調査

		平篩		
		(A工場)	単式(2段)	J. E 向流(2段)
原料処理量	(kg/h)	2,250	4,782	5,590
篩数	粗篩	8	2	2
	細粕篩	3	-	-
	仕上げ篩	3		
遊離澱粉率	(%)	3.94	3.14	4.45

従来の平篩とジェットエクストラクター2段かけにおける性能比較において、表1のような結果が得られ、篩別効果を粗粕中に含まれる遊離澱粉率（でん粉粕中に含まれるでん粉量。この値が低いほど篩別効果は高いと判定）で比較して、ジェットエクストラクターの篩別効果は平篩と遜色ないと結論している。

若干の改良を加えながらさつまいもでん粉工場に導入され、一時期20工場に採用された。（37年度甘藷澱粉に関する試験成績書、農業試験場）

イ. シーブベンドの篩別機としての利用試験

シーブベンドはオランダで選炭用に開発されされた金属製の網で、日本ではとうもろこしでん粉工場において導入されていた。さつまいもでん粉用に用いるため、装置メーカーと種々の実験を重ねながら改良し、1963年（昭和38年）初めてさつまいもでん粉用のシーブベンドが試験されることになった。

同試験に使用したシーブベンドは篩面が等間隔に並べられたステンレス製三角柱できており、全体の篩面が湾曲している。篩面のスリット幅、篩面通過速度、媒体の密度、篩の長さ半径が篩別効果を左右する重要因子であり、試作したシーブベンドは幅40cm、長さ160cm、中心角度120° 篩目の大きさ0.5～0.6mmで、ポンプ堅形5Hpとのセットで毎時1500貫(5625kg)処理能力を有した。篩面積は2.56m²で、平篩の1/8となっている。

表6-2 各種篩別装置の篩別効果の比較

	篩別装置			
	S. B	S. B	平篩	J. E
処理量(トン/時間)	3.75	4.5	2.8	3.3
篩目の大きさ(mm)	0.6	0.6	0.4	0.2
粕に含まれる でん粉量(対原料%)	0.06	0.04	0.35	0.49

(昭和40年でん粉製造機械の開発に関する試験、農業試験場)

ジェットエクストラクターは動力を消費する割には篩別効果が少ない一方、シーブベンドはでん粉乳への微粕の混入が多い等それぞれの篩別装置の欠点も明らかにされ、最終的にはシーブベンドと回転篩または平篩とセットで殆どのでん粉工場に採用された。その後平成13年に高速磨砕機（ラスパー）が

導入され、微粕とでん粉乳との分離が困難なシーブバンドはより篩別効率の良い遠心篩（GL）へと変遷していった。

（３）磨砕工程の改良

従来、さつまいもでん粉製造でいもの磨砕に用いる磨砕機はロール磨砕機（径40cm、幅60cm円筒形のロールに3cm間隔で25～30の目立てをする。歯の高さ0.7mm伏角度60°、回転数2000rpm以下）であった。磨砕分離効率は目の状態（目の高さや、方向など）に大きく左右され、定期的（8時間毎）に目立てを人手で行わなければならない、さつまいもでん粉工場の定量的な操業を困難にしていた。ラスパーはドイツから導入され、すでにばれいしょでん粉工場では採用されていた。ハガネの鋸歯をロール溝に固定し、磨砕物はロール下のスクリーンを通過する構造で、歯の寿命が長い、鋸歯の取り替えが簡単、コッパ（磨砕されない組織片）が出ないなど、ロール磨砕機の欠点をカバーできるものであった。しかし、ばれいしょとは性状が異なるさつまいもにおいて使用された事例はなく、国産のラスパーが製造されたのを機に、国産ラスパーのさつまいもへの適応性について検討された。

実験に用いたラスパーの諸元は下記の通りで、このラスパーでは歯の高さを0.8mmとし、処理量を800貫（3トン）/時間とすれば、ロール磨砕機と同等以上のでん粉分離を行う事ができるとしている。しかしさつまいもはばれいしょと異なってヤニが多く、ロール歯に付着沈着するため、鋸歯の寿命が著しく短くなることや、鋸歯を破損する石の除去の対策が必要であるなど、問題点も指摘され、さつまいもでん粉工場に導入されることはなかった。

（38年度甘藷澱粉に関する試験成績書、農業試験所科学部）

試験に用いたラスパーの諸元

径：520mm 刃幅：295mm、目数：17目/寸、本数：96本

目の高さ：0.8mm、12mm

動力：25Hp、回転数：1530Y.p.m スクリーン径3分、寄せ木：9.4cm

しかし平成13年に初めてラスパーがさつまいもでん粉工場に導入され、その後ロール磨砕からラスパー磨砕への切り換えは加速し、現在では殆どの工場でラスパー磨砕機が導入されるに至っている。これは、ロール磨砕機に目立てする熟練工がいなくなったことや、ラスパーがより高速となり、ヤニの付着沈着が解消された事による。ラスパーの導入は篩別工程の変革を伴った。ラスパー磨砕機はでん粉抽出率を高めるため高速回転になり、粕がより微細化される。これまで使用していたシーブバンドでは微粉粕とでん粉乳との分離が困難で、篩工程ではより性能の良い遠心篩（GL）が採用されている。

(4) 精製工程の改良

さつまいも磨砕物から粕と分離されたでん粉乳には不純物(タンパク質、渋、土砂、微細粕、土肉)が含まれる。これらを除くことで品質の良いでん粉(白度が高い)にする工程が精製工程である。この工程は摺り込み-寄せ込み法、ノズルセパレーター(NS)、さらにはハイドロサイクロンへと変革した。

(4-1) さつまいもでん粉の汚染機構に関する研究

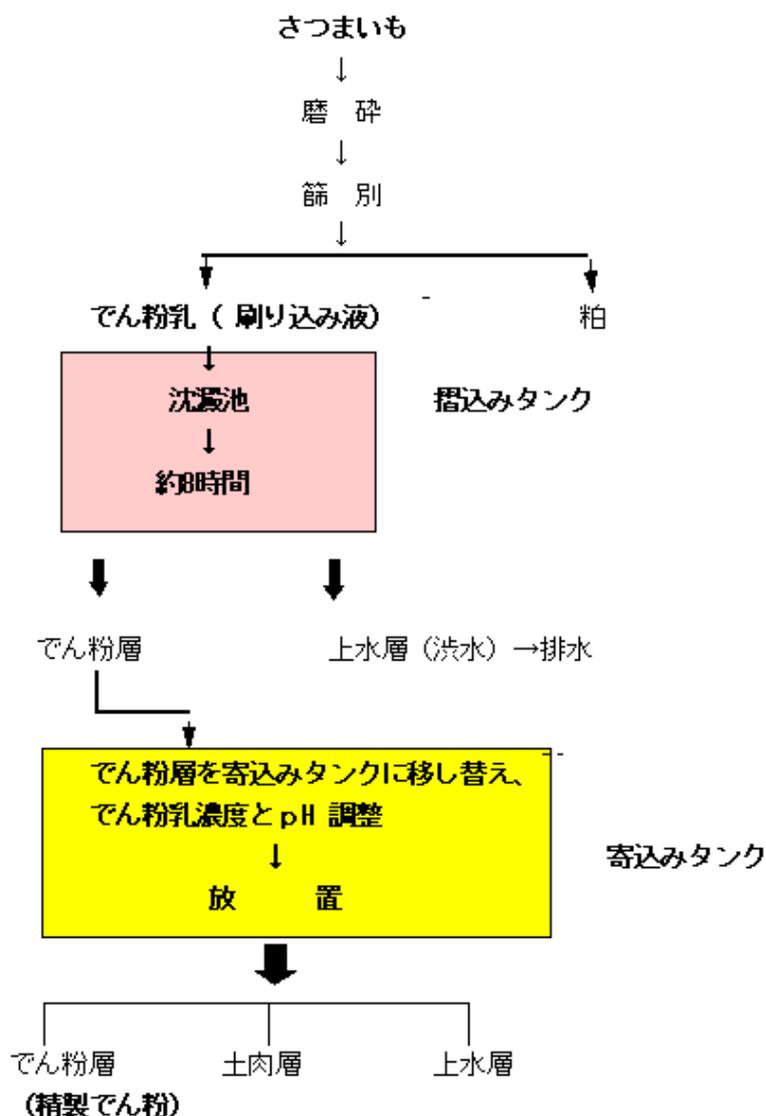
さつまいもでん粉の白度向上対策としてまずでん粉の汚染機構を明らかにした。さつまいもに大量に含まれるポリフェノールが酸化・重合して着色物質に変わり、でん粉がこの色素に汚染、染色される事を解明した。品種の違いによるでん粉白度とポリフェノール含量とに相関があり、品質の良いでん粉製造のためには品種選定が重要であると提案している。またポリフェノールによるでん粉汚染を抑制するにはさつまいも磨砕時に石灰水を添加し、中性(pH7.0)条件下で磨砕する事がでん粉白度(中性付近ででん粉粒によるポリフェノール着色物質の吸着が少なくなることを実証)を向上させる上で最も効果的であることを見だし、磨砕水に石灰水を注入する工程がでん粉製造に組み入れられた。

(山村・河野・中村：澱粉工業学会誌第6巻第2、3、4号(1959))

(山村・河野：日本農芸化学会誌第35巻第9号(1961))

(4-2) 摺り込み、寄せ込みでん粉に関する研究

篩別されたでん粉乳は摺込沈澱池で沈澱させる。そのときでん粉と不純物は比重差で分離され、上層に不純物層、下層がでん粉層となるので、上層を取り除くことによってでん粉の精製が行われていた(摺り込み、寄せ込み法)。摺り込み、寄せ込みによる土肉分離の良否がでん粉の品質を作用するため、その分離条件が検討された。



摺り込みにおけるpH、沈降時間、摺り込みでん粉濃度の品質に及ぼす影響について検討がなされたが、実験規模での試験であり、沈澱池の容積、形状が実用の沈澱池と異なるため、最適条件については提案するに至っていない。むしろ摺り込みにおける問題提起がなされ、広大な面積を要する摺りこみ方式に対し、機械的に澱を除去するノズルセパレーターの導入試験へと展開がなされている。

寄せ込みについては、でん粉乳の濃度、pHについての検討がなされ、寄せ込み分離の条件としてでん粉乳のボーメ（比重計の示度）で17～19°、pH4～5が選定された。最近でも寄せ込みによって最終のでん粉精製を行う工場もある。（山村・河野：摺り込み澱粉に関する研究澱粉工業学会第5巻第2号（1958））

(4-3) ノズルセパレーター導入試験

さつまいも磨砕物を篩別し、得られたでん粉乳は3尺深さ(90cm)の広大なタンクで8~10時間沈澱させ、上液を排水して、沈澱したでん粉をとりだして洗浄するでん粉精製法では広い面積と長時間を要し、でん粉工場における作業の連続性維持という点で最大の障害であった。

そこでこの部分を連続的にかつ効率的におこなうノズルセパレーターの性能試験が行われた。ノズルセパレーターではでん粉乳の4/5量を排水し、1/5量に濃縮できる濃縮型が昭和30年頃導入された。その後水洗型ノズルセパレーターの試験が行われ、その導入により精製の効率アップが図られた。

ア. 濃縮型ノズルセパレーターによる2段がけ精製システムの採用(昭和30年)

このタイプのノズルセパレーターの導入によってでん粉製造のスピードアップと広大な沈澱タンクが不要になり、作業効率の向上が図られた。

(鹿児島県農業試験場80周年史)

図6-1 濃縮型ノズルセパレーター

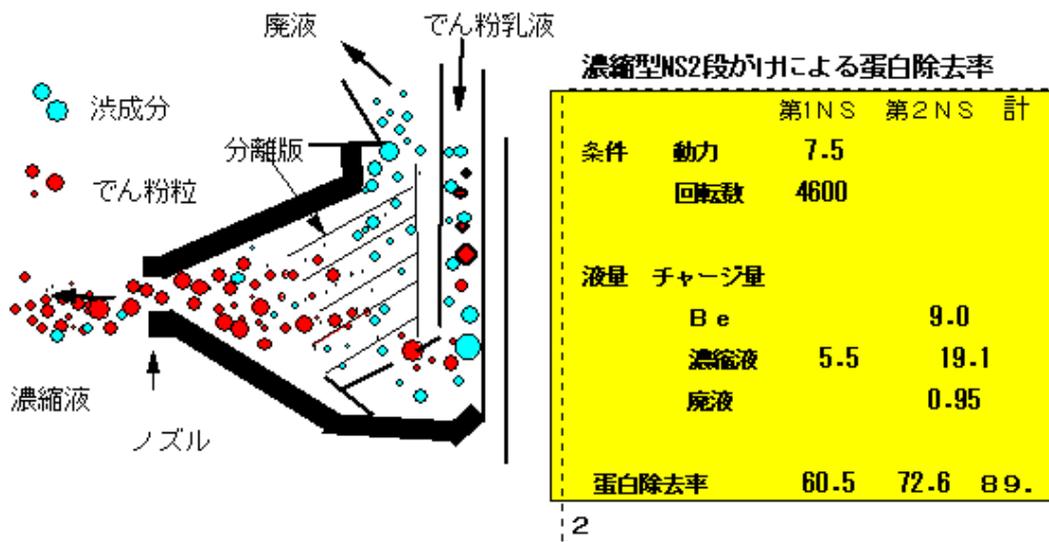
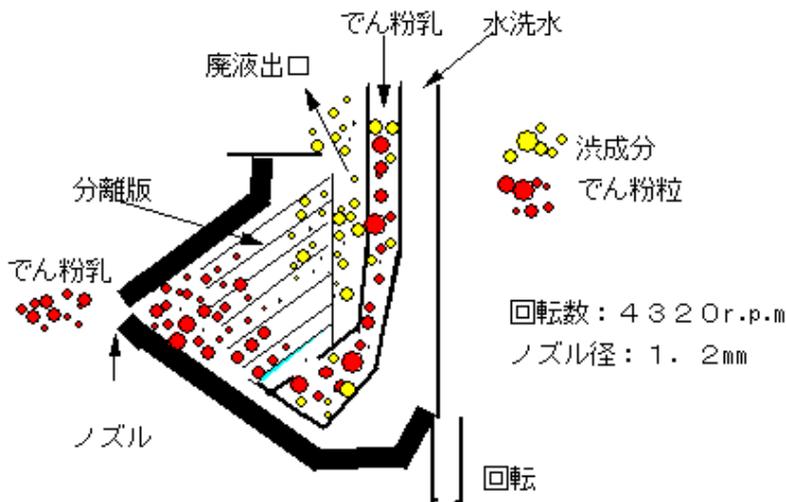


図6-2 水洗い型ノズルセパレーター



摺り込みタンクによる土肉分離を機械的に行うため、水洗い型ノズルセパレーターNZ5型遠心分離による試験が実施された。NZ5型の構造概要は図2に示すが、でん粉乳のでん粉と土肉は遠心力下比重の重いでん粉乳がノズルチップ側のスペースに移行、濃縮され、ノズルを通して排出される。比重の軽い土肉や水に溶けている蛋白、糖類は沈澱することなく廃液出口へ移行する。更に水洗い水によってノズルチップ側のスペースに濃縮されたでん粉乳中の土肉成分は水洗い水中に移行し廃液出口から排出される。このように連続的にでん粉粒と土肉、可溶性物質を分離するもので、チャージ量と土肉回収効果、チャージ液の濃度と土肉回収効果についてのデータが得られている。

表6-3 ノズルセパレーターによる蛋白除去率

	濃縮型2段がけ	水洗い型2段がけ
第1段	60.5%	91.5%
第2段	72.6%	87.1%
計	89.2%	98.9%

(昭和33年農産加工試験成績書、農業試験場)

(4-4) ハイドロサイクロンによるでん粉の精製

これまで述べたノズルセパレーターの2段がけの後土肉分離を行う最終精製法では、でん粉の物理的ダメージと操作の煩雑さが問題点として存在した。そこででん粉粒子へのダメージが少ないと言われるハイドロサイクロンによるでん粉精製試験が行われた。サイクロンピースを数個(9~29)組み合わせたものの1セットとし、試験では8セットのハイドロサイクロンを用いた。ピースに

チャージされたでん粉乳はサイクロン効果によって比重の重いでん粉乳はピース下側に、比重の軽い土肉や可溶性蛋白はピース上側に移動するので、でん粉と土肉との分離が行われる。精製効果の比較は表4に示す。ハイドロサイクロンによって精製したでん粉は土肉分離が必要ないほど精製されていた。現在ハイドロサイクロンを採用しているさつまいもでん粉工場は数少ないが、ハイドロサイクロン採用工場のでん粉は食品用の高品質澱粉として取り扱われている。

表6-4 ハイドロサイクロンのでん粉精製効果

	NS2段がけ		ハイドロサイクロン(8段)	
	そのまま	土肉分離後	そのまま	土肉分離後
でん粉100g中のN量(mg)	15.52	15.27	7.82	7.82
でん粉白度	88.0	89.0	89.1	89.3

そのまま：NS2段がけ及びハイドロサイクロン8段がけ直後のでん粉

土肉分離後：上記でん粉から寄せ込み法で土肉を除いたでん粉

(農産物加工研究指導センター「平成4年度 流通と利用に関する成績書」)

精製をNS2段がけとハイドロサイクロンで行ったでん粉の性質について比較した結果、でん粉粒子の物理的損傷はハイドロサイクロン精製でん粉が少なく、白度も高かった。また精製法の違いはでん粉ゲルの性質にも影響を及ぼし、ハイドロサイクロン精製でん粉では最高粘度が高く、ブレイクダウンも大きくさつまいも冷麺適性も高かった。すなわちハイドロサイクロンは品質の良い粉のみを回収していることが分かった。高品質でん粉製造システムの構築にハイドロサイクロンは極めて有意義であると結論している。

また薬品による精製(漂白)はでん粉粒の損傷によるゲル特性の悪化を伴い、さつまいも冷麺の製造には使用できないと報告している。

(農産物加工研究指導センター 成績書(平成11~13年度))

2. さつまいもでん粉排水処理法に関する試験研究

昭和40年当時のでん粉工場数は約400であり、約60日間で100万トンのさつまいもが処理され、化学的酸素要求量(COD)5000~8000ppmの排水600万トンがそのまま川に放流されていた。県内河川の汚濁は著しく、種々の問題点(飲料水汚染、淡水魚養殖業の損害、水田の汚染、悪臭、汚染着色による観光資源への悪影響)を引き起こしていた。公共水域の水質の汚濁を防止し、生活環境を保全する法制定の動きもあり、昭和45年に水質汚濁防止法が制定され、同法による排水基準が設けられ、46年から規制されることになった。でん粉製造業等一部の業種に対しては当初一般基準より緩い暫定基準が設けられていたが、昭和56年から一般基準に移行する措置が執られた。このような水質汚濁規制の動

きに対し、昭和41年から「試験研究機関による澱粉汚水処理対策調査研究」が実施され、製造工程における排水成分の軽減、排水処理方式等の試験研究がなされている。

(1) さつまいもでん粉製造工程の改良による汚水成分の減少と未利用部分の活用に関する研究

さつまいもに少量の水を加えながら磨砕し、脱汁してでん粉製造初期の段階で汚水成分を濃厚脱汁として回収し、濃厚脱汁を有効利用するシステムの構築のための基礎試験が行われた。

(1-1) 磨砕時の加水量

さつまいもをロール磨砕するときの加水量は従来のでん粉工場ではいもに対し500%であるのに対し、濃厚脱汁方式では原料いもの50%が適正であった。これ以下の加水量では磨砕機のロールが加熱された。

(1-2) 磨砕物の輸送

少量の水で磨砕した磨砕物には流動性がなく、その輸送に従来のポンプは適応できなかったが、アンレットポンプでは定量的な運搬が可能なことを実証した。

(1-3) 磨砕物の脱汁方式

脱汁方式としてバスケット型遠心脱水機とデカンターでの性能比較を行った。遠心脱水機(2400rpmで5分)では脱汁率は約57%(磨砕物100kgから搾汁液が57kg得られる)であった。デカンター(回転数3400rpm)では磨砕物100kgから70~80kgの搾汁液(脱汁率70~80%)が得られた。

工場規模試験では、デカンター方式で達しうるBOD濃度限界が試算されたが、デカンターの性能向上やBOD付加の少ない品種の改良がなければ総合排水を直接河川に放流することはできないと結論している。

(1-4) 濃厚脱汁液の有効利用のための二次処理技術

濃厚脱汁を廃棄物として処理することになれば濃厚脱汁方式の意義はなくなる。これが有効利用されて濃厚脱汁方式が完結することとなる。水分95%の濃厚脱汁を真空濃縮缶で水分60%まで濃縮することができた。濃縮ジュースから配合飼料として有望であるたんぱく質含有素材が得られたが、濃厚脱汁を二次処理することについては技術的、コスト的な問題が山積しており、実用化は難しいと結論された。

(昭和42年度澱粉汚水処理対策調査研究会報告書)

(2) 長期ばっ気方式の導入

さつまいもでん粉工場の排水処理法はでん粉工場の経営状況を考慮すると設

備費を極力抑えた方法を採用せざるを得ない。この手法としてでん粉排水の自然浄化法が検討された。排水を貯留池で貯留しておくとう有機酸発酵が起こり、pHが4.0近くまで低下する。この過程で蛋白は沈澱し、上澄み液のBOD値は低下する。実験例の一例を示すと、BOD1万9930ppmあった排水を101日間貯留するとしpHは3.7に低下し、沈澱蛋白を除いた濾液のBODは5680となり、BOD除去率は66.4%となった。

しかし、蛋白を沈澱させただけの排水は規制値（120ppm）を遙かに上回り、川に放流する事はできない。問題解決の手法として試験されたのが長期ばっ気方式である。BOD1万1830ppmの濃厚排水を攪拌型エアレーターで11月～6月にかけて長期間ばっ気した結果189日目で沈澱蛋白質を除いた濾液のBODは210ppmとなった。この結果をふまえ、長期ばっ気方式の実施設計がなされた、

長期ばっ気方式のスケジュール

- 総合排水(1stノズルセパレーター排水を除く)→製造期間中に放流(10月～12月)
- 1stノズルセパレーター廃液→貯留30日日(10～11月)→貯留液のばっ気処理150日間(12月～4月)→100日間かけて放流(5月～8月)

このため、4000トン工場では貯留池のための土地54a、エアレーター5.5KW×5台が必要で、電気代、施設整備代を含めた排水処理コスト(昭和51年次)は原料トン当たり1.291円、でん粉トン当たり4.695円と試算されている。

(澱粉無公害製造方式の開発に関する研究会資料(昭和51年1月))
(昭和49～53年度流通と利用に関する成績書)

(3) 簡易活性汚泥法の導入

長期ばっ気方式では処理が長期(8月まで)にわたり、その間悪臭が発生するため、工場周辺の民家から苦情が寄せられといった問題が生じた。また放流を600ppmで行うとあり、あくまでも暫定措置に対する対応であると同時に長期バッキ処理した処理水は約7倍に希釈しなければならないなど、川の水質を基本的に汚濁させない水質汚濁法の理念に適うものでなかった。これらの問題に対処するため、より浄化効率の良い方策が検討された。長期貯留した排水(pH4.0)の活性汚泥による浄化試験の結果、pHを4.0から5以上への調整の必要性や、汚泥濃度3000ppmの活性汚泥槽への負荷量は1.0kg/m³・日が限度で、その場合の除去率は96～97%に達することが確認された。

また、でん粉工場現場における活性汚泥の訓養法も確立され、あるでん粉工場貯留池の水漏れによる河川汚染事故の解消法として簡易活性汚泥法が導入された。これを契機に全工場に簡易活性汚泥法は普及していった。

(昭和58年度流通と利用に関する試験成績書)

(4) でん粉排水浄化における嫌気処理効果の実証

簡易活性汚泥法で処理する排水は貯留排水が対象であり、貯留期間が短縮されるものの、貯留池における悪臭発生の苦情は依然として寄せられた。貯留池の悪臭発生防止については、貯留池を嫌気池に仕上げ悪臭発生を抑える手法が2、3のでん粉工場で採用されていた。嫌気処理の効果を実験室レベルで実証した。クエン酸工場嫌気処理槽のスラッジに、密閉条件下30℃ででん粉排水をチャージした結果、pHは7～8で推移し、発生するガス中にはメタンガス、炭酸ガス、窒素ガスが検出された。処理水のCODは最も低いときには100ppm以下であった。窒素成分は揮散するが、リン成分は処理槽中に蓄積していくことが確かめられた。工場実態調査においては、貯留池における悪臭発生もなく、

放流水は規制値を下回る事が報告されている。嫌気池の導入は悪臭問題だけでなく処理経費を節減できることは「でん粉情報6、2008、No9」号で紹介した。
(平成元年度流通と利用に関する試験成績書)

(5) でん粉廃液の有効利用技術の確立

(5-1) デカンターで搾汁した濃厚脱汁の有効利用

なるべく少ない水でさつまいもを磨砕し、連続遠心分離機(デカンター)で汁液を回収した濃厚脱汁液の有効利用については前述の通りで、配合飼料用、エタノール発酵原料、クエン酸発酵原料などへの利用可能性が試験された。何れも利用可能であるが、コスト面で厳しいとの見方がなされている。

(5-2) さつまいもでん粉廃液から高品質β-アミラーゼの調製法

さつまいも搾汁液には蛋白、糖、灰分など一般成分だけでなく、β-アミラーゼが含まれるのが特徴的である。β-アミラーゼはでん粉からマルトースを作るのに利用されるが、工業的に用いられるのは大豆から抽出したβ-アミラーゼである。さつまいもβ-アミラーゼは耐熱性が低いおよびさつまいもβ-アミラーゼ製剤にはα-アミラーゼが含まれるのでマルトースの収率、純度が低くなるなどの理由により工業的に使われていない。

これらの欠点をカバーした高品質さつまいもβ-アミラーゼの調製法について検討した。

まずさつまいもの品種毎のβ-アミラーゼの耐熱性を比較したが、品種に関係なく60℃までは安定している事が確認された。工業用β-アミラーゼ(大豆起源)に匹敵する耐熱性を有し、従来言われていたさつまいもβ-アミラーゼの耐熱性の低さを否定する結果を得た。

また混在するα-アミラーゼはβ-アミラーゼより耐熱性が弱いことに着目し、連続失活処理装置を設計した。ミキサー、プレート式加熱装置、冷却プレートを組み合わせた装置で、搾汁液のをpH調整(pH4)、加熱(60℃)、中和、冷却の工程を5分以内に終了させる事が可能で、β-アミラーゼの活性は80%以上保持され、α-アミラーゼはほぼ完全に失活した。このように調製された

さつまいもβ-アミラーゼ製剤は工業的マルトース製法においても大豆アミラーゼに劣るものでなく、むしろ優れているという結果が得られた。またβ-アミラーゼ製剤はでん粉質食品の老化防止剤に使用されるが、α-アミラーゼを失活させたさつまいもβ-アミラーゼ製剤はウイロ、食パンの老化に対し、市販のβ-アミラーゼ老化防止剤と同等の効果があつた。

(平成10、11年度流通と利用に関する試験成績書)

(6) でん粉粕の処理法の開発と食物繊維としての評価

(6-1) 自己燃焼型でん粉粕乾燥装置の試作とその性能

でん粉粕は従来クエン酸原料として有償で引き取られていたが、海外からの安価なクエン酸の輸入により、国産のクエン酸生産事情は悪化した。でん粉粕も廃棄物として見なされ、処理経費が工場負担となったため、でん粉工場の経営を圧迫した。更に、でん粉粕は引き取らないという状況が生じる中で、その処理法が緊急課題となった。

燃焼炉と乾燥機を組み合わせ、でん粉粕の燃焼熱ででん粉粕を乾燥する自己燃焼型でん粉乾燥装置を試作した。燃焼熱は熱交換機で回収して乾燥機に送り、熱交換機から排出される排熱を脱水粕の予備乾燥に利用する間接式と燃焼熱を直接乾燥機に導入する直火式の性能比較を行い、下表のような結果が得られた。

表6-5 乾燥装置の性能

方式	投入粕	投入量	取り出し乾燥でん粉粕	
	水分含量		量	水分含量
	(%)	(kg/h)	(kg/h)	(%)
間接式	74	185	4.8	22.5
	70	160	4.5	16.7
直火式	79	130	なし	

乾燥でん粉粕は600℃前後で自然発火するので、装置立ち上げ(燃焼炉内を600℃にする)には重油を焚くが、その後粕の燃焼熱だけで、定常的な乾燥状態を維持できた。この装置における熱回収率(でん粉粕燃焼熱量のうち、粕の乾燥に使われた熱量)は間接式では40～55%で、直火式では37～48%であった。取り出しでん粉粕量(燃やさないで乾燥機から取り出せる乾燥粕)は間接式でのみ発生した。化石燃料を殆ど使用しないででん粉粕の乾燥が可能であることを実証することができた。(平成8、9年度流通と利用に関する試験成績書)

(6-2) でん粉粕によるキノコの培養

でん粉粕の利用法としてキノコ培養を行った。鋸屑及びでん粉粕を主体とした培養基500gを800ml容ポリ容器に詰め、標準的培養条件(20～25℃で20～30日

培養後15℃で子実体の発生) でヒラタケ培養を行った。キノコを最も多く発生させたでん粉粕培地はでん粉粕 2 kgに水 4 L、Gミール200g、油かす200gを混合したもので、鋸屑培地よりもキノコ発生量は多く、採算性の基準といわれる80g/瓶より多い86g/瓶であった。(平成2年度流通と利用に関する成績書)

(6-3) でん粉粕の食物繊維としての評価

でん粉粕(無水)の組成はでん粉が約50%、ペクチンが9~10%、ヘミセルロース0.5~0.6%、セルロース12~15%、リグニン約3%であった。、それぞれの画分の中性糖の構成糖としてアラビノース、キシロース、ガラクトース、グルコースが検出された。でん粉粕は複合的な多糖よりなる食物繊維であると評価できた。(昭和58年度流通と利用に関する成績書)

(6-4) でん粉粕(さつまいもファイバー)の物理的、化学的特性

でん粉粕には、蛋白質吸着能や抗酸化能、DPPHラジカル消去能が確認され、多機能性を持つ食物繊維であると評価された。

(平成9年度流通と利用に関する成績書)

(6-5) 精製でん粉粕の食品への添加

でん粉粕を精製したさつまいもファイバーを食品に添加する限度はフランクフルトソーセージでは2~3%、フランスパン2%、サブレ4%で、過剰に添加するとざらつき感が強調されたり製品の膨らみが低下した。

(平成9年度流通と利用に関する成績書)

(6-6) 精製でん粉粕錠剤の試作とその効力

さつまいもファイバー、さつまいもペースト(アヤマラサキ)クエン酸、ガラクトオリゴ糖よりなる錠剤をを試作し、消費者モニターを実施したが、便秘改善効果があったとした回答は女性で50%、男性で75%有り、全体で60%であった。一方下痢になったとする回答もあった。

(平成12年度流通と利用に関する成績書)

(コメント) 以上の成績から判断して、でん粉粕(さつまいもファイバー)は多機能を持つ食物繊維として有用であると評価できるが、現状のでん粉工場におけるでん粉粕の扱いを見ると、食品として衛生的な環境下で取り扱われておらず、異物の混入(土砂、動物死骸、草木残渣等)は多々ある。ある健康食品関連の業者はこのようなでん粉粕の利用に抵抗感を示している。食物繊維用のでん粉粕の製造工程を構築しなければでん粉粕の有効利用もあり得ないであろう。

3. さつまいもでん粉の利用に関する試験研究

(1) はるさめに関する研究

さつまいも、ばれいしょ、緑豆でん粉より製造された市販の春雨について物理的・化学的性質を比較した。さつまいも春雨は透明度に劣り、調理中のでん粉の溶出量も多いなど、ばれいしょ、緑豆の春雨に比べて物理性が劣るものであった。さつまいもでん粉春雨の不透明さ(白濁)は冷凍工程で付与されると考察している。

(日本食品工業学会誌第13巻、第8号(1966年))

(2) さつまいもでん粉からの化工でん粉の製造

化工でん粉はとうもろこし、ばれいしょでん粉を原料としており、さつまいもでん粉は殆ど利用されていない。その原因はさつまいもでん粉が糖化用に優れた特性を持ち、他の用途が省みられなかったことも一因である。そこで、さつまいもでん粉についてその用途拡大のため、化工でん粉適性を検討した。数種の化工でん粉についてはその製造条件を把握できた。

また、食品のテクスチャー改善などに広い用途を持つヒドロキシアルキルでん粉(HPS)をさつまいも、ばれいしょ、コーンスターチで試作したが、冷凍、解氷を繰り返すことによる粘性の変化は高度に化工されたさつまいもでん粉が最も少なく、高HPSでん粉原料適性の高いことが伺えた。

(農業試験場研究報告第1号、第2号(1973年))

(3) 老化の遅いさつまいもでん粉のゲル状食品への利用

さつまいもでん粉はゲル状食品として落花生豆腐、ごま豆腐、わらび餅に使用されている。比較的老化の遅いさつまいもでん粉ゲルの特性が活かされた食材と言える。しかしこの特性はタピオカでん粉がより優れており、かつ安価であるために、ゲル状食品市場でさつまいもでん粉の大きな競合相手として君臨している。より老化の遅いさつまいもでん粉を選定するため、品種による老化特性が調べられた。その結果、さつまいもの品種によってでん粉ゲルの特性は著しく異なることが明らかとなり、その中で「クイックスイート」のでん粉はタピオカでん粉と同等以上の老化特性を持つことが分かった。また老化速度とでん粉の構造との関連性について、老化の遅いでん粉のアミロペクチンは分枝構造が発達していることが推測された。

(平成6、7、8、9、10年度流通と利用に関する試験成績書)

(4) さつまいもでん粉を利用した冷麺の開発

さつまいもでん粉の用途拡大のため、さつまいも冷麺製造のための諸条件を検討した。

スクリュウ押し式の製麺機を試作し、煮溶けが少なくソフトな麺の製造条件を把握した。

● 製造工程

原料（でん粉＋中力粉）混合→加水→蒸練

→押し出し（1軸エクストルーダー、特注品）→麺

● でん粉と小麦粉の配合 さつまいもでん粉 1 kg：中力粉 1 kg

● 加水量：300ml

● 蒸練時間：7分

● エクストルーダーのスクリュウ回転数と麺の物性

スクリュウ回転数が少ないと弾力性のある柔らかい麺となったが、煮溶けが多くなった。回転数が速いと麺は硬く、煮溶けも少なかった。

また市販されているさつまいもでん粉には冷麺適性のないものがあり、冷麺適性のあるさつまいもでん粉はでん粉粒が壊れていない無漂白でん粉であった。（平成7、8、9、10年度流通と利用に関する試験成績書）

今後に向けて

現在さつまいもでん粉の最も関心事は需要の確保である。これまで糖化用に特化していたさつまいもでん粉は制度上保護されてきたが、その恩恵も期待できない状況にある。食品用への需要拡大のため良品質のでん粉を製造しようとする機運は高まりつつあり、近代的なばれいしょでん粉製造システムを導入した工場も設立されている。この流れの中でこれまで培われてきたさつまいもでん粉製造技術は埋没されてしまうだろうか。

さつまいもとばれいしょはいもそのものの物理性が異なり、またそれから抽出されるでん粉の性質も全く異なる。このことを考えると、近代的なばれいしょでん粉システムをそのまま導入したときには必ず問題点が発生すると懸念される。これまでの試験研究成果を基礎にして確立されてきたさつまいもでん粉製造技術は近代工場においても補正、改良する形で組み入れられていくであろうと確信する。