

## 副産物の利用状況について

村 井 勝 (北海道農業研究センター・自給飼料酪農研究チーム)

### 1. はじめに

北海道の産業廃棄物発生量は、統計的には国内の約8%と人口割合からすると多い(全国平均は約5%)。この内容構成をみると、農業由来の占める割合が多く、全体の1/2に達する(図1)。このことは、北海道での主要産業である農業部門において、地域内あるいは自己経営内での資源の循環利用がなく、廃棄物＝「未利用資源」という処理になっている割合が多いことを示している。しかし、世界的には、工業用の金属資源や化石エネルギー資源の枯渇が危惧されるとともに、エネルギー使用量の急増による地球環境への影響(地球温暖化)が大きく取り上げられ、農業生産物を含むバイオマスの重要性に大きな関心が集まっている。そこから、改めて身近なバイオマスとして農業生産物・食料生産物の循環利用についても関心が注がれているのが最近の状況である。バイオマス資源の循環利用については、特に西ヨーロッパで政策的にも先行しており、積極的に推進されている。またここ最近、「地球温暖化の防止」の緊急性を掲げて、アメリカも石油等の化石エネルギー消費による温暖化ガス(特にCO<sub>2</sub>の産生)の抑制に政策的取り組みを始めている。しかし、主要穀類の生産・輸出国であるアメリカにおける食用あるいは飼料用穀類が、代替エネルギー＝バイオエネルギー(アルコール生産)生産に振り向けられること事で、従来の世界的な食糧・飼料の需給関係に大きな変化を与えている。その影響は、他の要因(中国・インド・東南アジア諸国での経済発展による食糧消費増大、気候変動による穀類生産量の不安定)も加わり、食料・飼料を問わず国際取引穀類の需給関係が逼迫・急騰している。また、その余波は他作物生産の動向にも影響し、大豆作付

け減による植物油の高値など世界の食料生産状況全般にも及ぶものとなっている。このような状況は、海外からの輸入食糧に大きく依存してきた我が国の食糧について、自給率、農業・食糧の持続的生産、国土環境保全という視点から、国内の農業生産技術を見直すべき時機にある。

### 2. 北海道および国内の各種副産物資源の現状

北海道の「未利用有機性資源循環利用推進マスタープラン」(2002年)<sup>6)</sup>は、特に農林水産分野での有機性資源の再利用・リサイクル利用において、北海道としても政策的にも促進することを示したものである。北海道で発生する農業由来有機性資源は、畜産からでる家畜ふん尿がほとんどで、約2,000万トに達する(表1)。この家畜ふん尿については、既に「家畜排泄物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律」の公布等で、生産者段階での家畜ふん尿を起源とする環境汚染の解消を目指した処理・管理技術の普及が進んでいる。他方、耕種農業からの未利用有機物資源の発生量は家畜ふん尿に比べると、はるかに少量ではあるが、圃場、集荷センター、乾燥施設、加工工場等で、分散して産生される。さらに、食品加工・小売りあるいは消費者段階で廃棄物に分類される部分もあり、ごく最近これらの食品循環資源を一括し、これらを原料とする飼料については、「エコフィード」と名称して、「食品リサイクル法」等の政策的な背景もあり、飼料利用が支援されるものとなった<sup>1),23)</sup>。しかしながら、生産現場、集荷場あるいは乾燥・加工段階で排出される副産物については、不食夾雑物の混入、品質が不安定、季節限定的、収集作業の特殊性等々から飛躍的な拡大までには至っていない。現状における消費濃厚飼料に占

めるエコフィードの割合はTDN換算で約4%程度と、小さい数値である<sup>(16)</sup>が、畜産物の生産コストの中で飼料費の占める割合が、肥育牛42%、泌乳牛43%、肥育豚63%、鶏卵63%、鶏肉66%と大きいことから、その効果は小さくない<sup>(15)</sup>。なお、濃厚飼料の構成をみると、全体で1970万トン(TDN換算)の中でトウモロコシ49%、大豆油粕11%、こうりゃん5%、大麦5%、フスマ4%、その他穀類5%、その他の原料17%、となっている。エコフィードの各類別での飼料化状況を表2に示したが、最終工程段階である小売り業・外食産業での資源化では、まだ改善の余地があると考えられる。しかし、素材の特性にあった飼養技術の確立が急務であり、鶏・豚等が主要な対象家畜となる食品循環資源の利用では、原料の乾燥工程の有無により、その取扱い・給与技術は著しく変わる。特にヒトの食品製造・消費過程からでてくるパン屑、余剰の麺類・米飯類や残飯等々は、多くは水分含量が高く、乾燥するにはコストの問題が大きい。そのため、貯蔵と給与方法について検討されて、世界的にも発酵貯蔵と発酵物飼料のリキッドフィーディング、特に養豚におけるリキッドフィーディング技術の確立が重要なポイントである。我が国も含め従来存在したヒトの残飯物を主要な飼料とする養豚技術を高度化・大規模化した養豚技術の確立である。この過程では、発酵貯蔵・調製技術の開発、飼料の機能性・栄養価評価法についての検討、飼料摂取量のコントロール、施設・給与システム、衛生管理、生産物(肉質等)への影響評価も欠かせない。日本全体として掲げている食料自給率向上の中で、2015年までに現在の飼料自給率24%を35%に高める目標に向けて、少なくとも「エコフィード」、このような名称により食品加工あるいは消費由来副産物の飼料としての位置付けが確保された意義は、資源循環を基盤とする社会に向けた確かな一歩として大きい。

北海道の産業廃棄物排出量

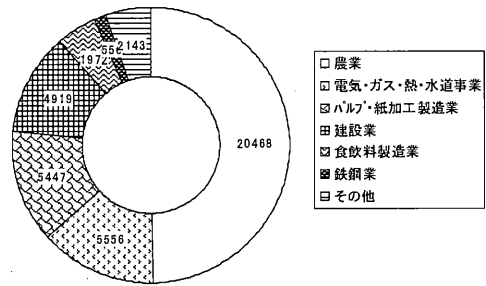


図1. 北海道の産業廃棄物産生量 (2002年度、北海道農政部)

表1. 北海道のリサイクル有機性資源

区分	主な原・材料	発生量(万t)
農業系	耕種 稲藁・籾殻・麦稈・マメ殻等	145.5
	畜産 家畜糞尿	1960
漁業系	加工残渣、雑魚類(ヒトデ等)、貝殻類、養殖海藻不食部分、	45.1
林業系	木質 樹皮、オガクズ、木屑、建設廃材	129
食品関係系	食品製造・加工副産物 事業系一般廃棄物(動・植物有機性) 生活系一般廃棄物(動・植物有機性)	20.3
汚泥	下水・し尿	423
	食品産業からの排水中の有機性汚泥	296
総発生量: 32619千t		2002年度

表2. 食品循環資源の飼料化

業種	発生資源の種類	発生量(万t)	飼料向け肥料向け	その他 (%)
食品製造業	糖・各種絞り粕類	494.7	45	40
	パン屑・菓子屑類			
食品卸売業	精製残渣・余剰品等	74.3	41	18
食品小売り業	調理屑・残食・回収弁当等	262.0	23	35
外食産業	調理屑・残食	304.2	12	57
計		1135.2	37	24

農林水産省統計部:「平成19年食品循環資源の再生利用等実態調査結果」(2007・11月)

このエコフィードも含めて多くの低未利用バイオマス資源は、その性状や成分の変動が大きいので、データベースの整備も重要である<sup>(4, 6, 12, 14)</sup>。

北海道を特徴づけているものとしては、府県に比べて畑作農業系副産物が、量的に圧倒的に多いことである。表3、4にあるように圃場残渣物とも言われるものと、バレイショやビート(甜菜)、スイートコーン等の加工副産物に大別され、なか

でも圃場残渣物の飼料利用率は低い。比較的飼料利用がし易い加工副産物のなかでも、バレイショの加工副産物の飼料利用が低いことから、この飼料利用率の改善と、これを糸口とした北海道における持続型農業について次節で触れる。

表3. 北海道における農産物・農産副産物(1)

作物	作付け(千ha)	生産物(千t)	副産物		用途
			種類	量(千t)	
稲	119	683	稲わら	680	焼却・堆肥・飼料
			米糠	50	飼料
			籾殻	136	鶏きこみ・堆肥
小麦	116	540	小麦わら	810	鶏きこみ・敷料
			規格外小麦	65	加工原料
			フスマ	125	飼料・加工原料
甜菜	68	4201	ビートトップ	2520	鶏きこみ
			ビートパルプ	210	飼料
			糖蜜	13	加工原料・飼料
			砂糖抽出排液		土壌改良資材等 (2005年)

表4. 北海道における農産物・農産副産物(2)

作物	作付け(千ha)	生産物(千t)	副産物		用途
			種類	量(千t)	
バレイショ	56	2150	デンプン粕	95	堆肥・飼料・
			デンプン加工残渣(排液)		堆肥・飼料・バイオガス
			食品加工残渣	40	飼料
大豆	21	52	圃場残渣	78	鶏きこみ
			豆腐粕		
小豆	28	70	圃場残渣	70	鶏きこみ
インゲン	10	25	圃場残渣	25	鶏きこみ
スイートコーン	9	104	圃場残渣	125	鶏き込み
			加工残渣	70	飼料
野菜類	47	1491	規格外品	15-30%	鶏きこみ・堆肥 (2005年)

### 3. 北海道の畑作も畜産あればこそ（基幹作物バレイショと畜産との接点）

大規模畑作と畜産は北海道農業を支えているが、畑作の生産性や高品質化には、畜産が直接・間接的に大きな影響を与えられると考えられる。北海道畑作の生産性の向上、栽培・収穫・貯蔵過程での化学資材使用の低減技術の確立、環境負荷を抑制した生産技術システムの構築、さらなる畑作生産物の高品質化等々は、消費者の求める安全・安心で高品質な食料への要求に答えるためには、避けられない道である。一方、北海道での畑作副産物の畜産的利用は、従来からも部分的に行われてきたが、それが意味すること・持っている

意義について、深い相互認識は不足していたと思われる。畑作4作物（コムギ・ビート・豆類・バレイショ）の中のコムギ・ビートについては、比較的副産物の畜産での利用が多い。コムギであれば、規格外小麦、製粉時のフスマ、それぞれ貴重な飼料であり、麦稈は畜舎での敷きわら、堆肥製造資材としても欠かせない。ビートでも、甜菜糖を搾った後の搾り粕は「ビートパルプ」として世界中で使われており、北海道酪農でも欠かせない飼料源の一つである。しかし、もう一つの北海道を代表する畑作物バレイショは、230万トン（2002年産）前後の収穫量があり、全国生産量の75～80%を占める。バレイショは、世界的に見てもトウモロコシ、コムギ、イネに次ぐ生産量の多い作物である。日本での栽培は、1964年の22万haをピークに現在8.7万ha前後と1/2以下に減り、生産量でもピーク時の3/4程度と減少しているが、最近では中国・インド等アジアで生産量が増加している。バレイショは冷害にも強く、北海道畑作地の輪作体系には欠かせない作物である。バレイショの用途は、加工食品用（ポテトチップスや調理向け加工品）、生食用、デンプン用と大きく3分されるが、北海道は生産量の50～60%が加工食品・デンプン製造に仕向けられる。特にデンプン製造は北海道のみであり、バレイショ生産量の35～45%がそれに当てられる。これらの加工・製造過程から副産物が産生する。

バレイショの加工副産物とは、大きくはポテトチップスや料理前処理品製造時のイモ皮部分を主体とする廃棄物部分とデンプン製造時のデンプン粕がほとんどである。このバレイショ加工副産物を利用するに当たっても特有の弱点があり、ある部分は加工副産物に共通のものでもある。その特性として、①加工工場が生産地の近傍であり（材料の運搬距離をできる少なくする）、バレイショ生産地帯でのみ産生するという、地域性が強い。北海道のデンプン粕は地域が限定されていて、網

走・十勝の畑作地帯にほぼ限られている(図2)。

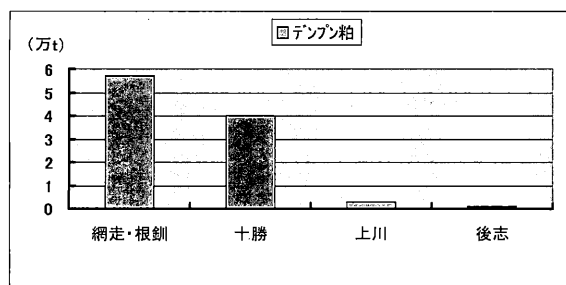


図2. 北海道のデンプン粕生産 (2005年度)

現時点では、規模の大きい工場は10ヶ所であり、網走5、十勝3、上川1、後志1である。②デンプン製造副産物であるデンプン粕は、概ね年間約10万トン、他のイモ皮等加工残渣約4万トン(そのうちの1/2程度は十勝地区)と地域、生産量が限定されている。③高水分素材(水分含量が80%程度)である。④高水分な素材でもあり変敗が早く、適切な貯蔵方法が必要である。⑤季節限定生産である。加えて飼料としては、タンパク質含量(4~5%)が低く、デンプン含量が20~30%で消化性が高くエネルギー飼料と位置付けられ、穀類飼料の代替として利用できると考えられる。しかし、実際の飼料利用となると、以下の点が問題として挙げていた。すなわち、(1)生(水分が80%程度)のままでは、輸送コストが高い、(2)カビが発生しやすく、調製貯蔵法の開発が必須である、(3)高水分で粘土状の物性のため、取扱い上に難点がある、(4)北海道のほぼ全域がバレイショの重要病害である「ジャガイモそうか病の汚染地帯となっており、デンプン粕も汚染されており、「ジャガイモそうか病」伝搬防止方法がないと、給与後の家畜ふん尿の畑地への安全な堆肥還元が出来ない、

(5)デンプン粕の牛消化管内での分解・消化特性を考慮した乳肉牛への飼料設計がない、といったことである。このため、これまでではデンプン粕の飼料利用はかなり限られ、産業廃棄物的処理を余儀なくされる場合もあった。イモ皮等加工残渣についても、同様であった。このことは、デンプ

ン粕の利用に当たっても、畜産側での利用が畑作バレイショ生産の持続に貢献するものであることが求められていた。

### 1) デンプン製造工程の特徴

バレイショからのデンプン製造工程は、図3に示した。デンプン製造は基本的には遠心分離法に依っており、分離工程には化学的あるいは加熱処理はない。従って、ほぼ物理的特性でデンプン・デンプン粕・排液に分離される。ただし、分離されたデンプンに関しては、最終製品工程で脱水・加熱乾燥(フラッシュドライヤー等)となる。排液部分が最も多く、概ね処理バレイショ当たりで60~70%の割合で産生される。その排液は工程により含まれる成分が大きく異なり(表5、6)、大きな貯留池に貯めて曝気処理後、沈殿汚泥部分と上澄み液部分に分け、その上澄み液部は殺菌処理されて河川に放水されている。この曝気処理期間中には悪臭が発生し、環境問題化されていた。最近になって、この排液処理や処理過程で発生する悪臭を抑制する施設が、併設されつつある。しかし、施設費とランニングコストは安くなく、ますますもって排液そのものの活用が重要となっている。表7には、バレイショの代表的な病害菌・寄生虫の死滅条件について、特に温度条件からみた特徴を示した(7,20)。デンプン粕は、従来堆肥処理することも多かったが、十分な完熟堆肥であれば、そうか病菌以外は比較的低い温度帯(40~60℃)で死滅するようである。しかし、バレイショの重要病そうか病菌は、通常の堆肥調製の温度管理による死滅は、容易ではないと推測される。

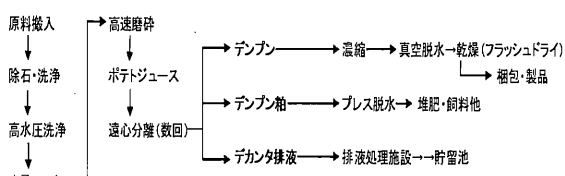


図3. バレイショからのデンプン製造工程の概要

表5. デンプン工場排水の汚濁性と成分含量

区分	BOD	SS	ppm		
			N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
原料イモ洗浄排水	100~400	1000~3000	5	—	6
セパレータ排水1次	1500~2000	500	126	149	148
	2次	500~1000	500	16	13
デカンター排水	20000~40000	500~1000	2785	836	4640

原料イモ洗浄排水: 原料いもの洗浄液で、ジャガイモの屑、皮と土壌粒子が含まれる。  
 セパレータ排水: 水を利用したデンプンを篩別するときの排水  
 デカンター排水: 遠心分離機で、デンプンを篩別・精製時の排水  
 BOD: 生物学的酸素要求量、 SS: 浮遊物



写真1. プレス脱水直後のデンプン粕の体積

表6. デカンタ排水の汚濁性と成分含量

項目	
pH	5.7
全窒素	5300 mg/kg
有機態窒素	1300 mg/kg
硝酸性窒素	13 mg/kg
タンパク質	25000 mg/kg
全糖	10000 mg/kg

デンプン工場A(2003)

表7. ジャガイモの病原菌・寄生虫の死滅条件

病原菌・微生物	死滅条件
ジャガイモそうか病	温度60℃で7日(温度70℃では1日)
ジャガイモシストセンチュウ	温度40℃で10日(温度50℃で5日)
サルモネラ菌	温度56℃で60分
連鎖球菌	温度54℃で10分
大腸菌	温度50℃で1日
土壤中の糸状菌(病原性)	温度40℃で40時間(温度50℃では1日以内)
土壤中の細菌	温度50℃で10分(Pseudomonas)

デカンター排水中のそうか病菌: 7ppmの中性次亜塩素酸カルシウム処理

## 2) デンプン粕の利用に向けて

デンプン粕は、数度の遠心分離操作でバレイショ磨砕汁液からデンプンを分離し、デンプン以外の固形分残渣物として分けられ、脱水処理(主にプレス式脱水方法)されてデンプン粕貯留場に落とされる(写真1)。

脱水機を通過した直後のデンプン粕は、水分含量が80%前後であり、そのままでは腐敗も早いので、直ちに貯留場から運び出されて堆肥場に廻される事もしばしばであった。デンプン粕を利用するには、季節限定(8月~11月)で腐敗し易いので、乾燥させて貯蔵するか、あるいは生のまま冷

凍貯蔵するか、他の貯蔵方法を用いるか、いずれにしても貯蔵が必須でそれぞれ大きな施設やコストが伴う。このような処理に見合うだけの資材価値の付加、如何に容易にコストをかけずに有用資源化するかがポイントとなる。

## 4. デンプン粕の飼料利用技術の波及効果

コストをかけずにデンプン粕の畜産的利用技術を確認し、地域のバレイショ生産をも補完することのために、4つのパーツ技術の開発を想定し、その技術の連携で畜産も畑作にも有益となることを目指した。その4つの技術開発は、(1)デンプン粕の防カビ・貯蔵技術の開発により、安価で簡単な添加処理等で、高水分で変敗し易いデンプン粕のカビ発生を防ぎ、安定品質で長期貯蔵する技術の実用化を図る、(2)デンプン粕の「ジャガイモそうか病」菌の動態解明し、その伝搬防止技術を構築する。すなわち、飼料利用を前提とし、本病罹患イモが原料イモに混入すると想定してデンプン粕を介したジャガイモそうか病の伝搬防止技術を確認する。デンプン粕の飼料利用上では直接的な効果はないが畜産の持っている技術が、このような畑作病害伝搬防止に有効であれば、双方にとっての有益性は、非常に大きなものと推察された、(3)デンプン粕を活用した乳・肉用牛飼養技術を提案し、給与メニューを提示して畜産農家が安心して飼料として扱えるようにする、(4)デンプン製造排水の浄化処理及び利用を図り、デンプン製造排

液に含まれる種々の固形成分の実用的な回収技術を提案し、悪臭源・環境汚染源の解消を目指す。また、この製造排液の処理・活用方法を示し、新規の活用技術開発の端緒とする。以上の目標内容で、資源循環を基盤とした畑作・畜産の連携技術のプロトタイプを提示しようとした。

この研究目標に向けて、3年間(平成16-18年、農林水産省・高度化事業)、北海道立の畜産試験場、根釧農業試験場、十勝農業試験場そして十勝農業協同組合連合会(デンブンプン工場)・(国立大学法人)帯広畜産大学等々と、共同研究プロジェクトを進めた。この目標の中で、特に大事なポイントとなるのは、「ジャガイモそうか病の伝播防御技術」が出来るかどうかであった。病害の発生有無は、バレイショの生産性に直結するばかりでなく、他の畑作物の生産持続にも関わる大変大きな問題である。しかし、道立の畜産試験場・十勝農業試験場の共同研究が功を奏して、ジャガイモそうか病菌が、サイレージ調製および家畜の低pH消化管内容物(第四胃、十二指腸)、さらには高温発酵堆肥中にて、大きく菌数が減少することを明らかにした。特にpH4以下の条件下で、死滅速度が早まることも判り<sup>(11)</sup>、デンブンプン粕のサイレージ調製による飼料利用が、バレイショの重要病害ジャガイモそうか病の伝播抑制に貢献できることを示した。これは、従来の単純な堆肥化→圃場還元より、数段伝播の危険性が低くなると推測された。このことは、デンブンプン粕の飼料利用上で大きな障害がなくなった。また、デンブンプン粕が脱気密封だけで乳酸発酵して、pHが容易に4以下となり良質なサイレージになることを確かめるとともに、サイレージ発酵でジャガイモそうか病の死滅に大きな効果を期待できることが明らかになった<sup>(10)</sup>。

また、デンブンプン工場排液中にもジャガイモそうか病菌が排出されることは、今回の調査でも確かめられたが、バイオガスプラント(家畜ふん尿+汚水等による嫌気発酵装置)を利用した嫌気発酵

で、臭気的大幅な低減とそうか病菌も発酵過程で死滅することも見出した<sup>(8)</sup>。バイオガスプラントとは、家畜糞尿+機器洗浄汚水液からメタン等のバイオエネルギーガスと草地等への液肥として施用できる培養液を産生する施設です。今回の結果からデンブンプン工場排液も、同プラントで嫌気発酵させることによりジャガイモそうか病の伝播の危惧なく、バイオエネルギー、液状肥料源として工場排液も利用できることを明らかにした。

これらのジャガイモそうか病に関連する成果により、他の安価な肥料用尿素によるカビ発生防止技術、肉用牛および乳牛への適切なデンブンプン粕の給与割合の提案等々の畜産的技術成果が、より普及可能なものと言えるものになった<sup>(19,21)</sup>。

## 5. 持続型農業に欠かせない畜産

デンブンプン粕に限らず、畑作等の耕種農業由来の有機性副産物は、いずれも高水分含量かわらのように嵩ばるものである。このため、遠距離の搬送が伴うような処理・利用技術は相応しくなく、副産物・生産余剰物の利用は、産生現場の近傍で利用出来る方法が望ましい。現在の農畜産業は、自給自足ではない。農畜産物は、市場経済を介して国内・世界で消費されると言うのが前提であり、資源のサイクルは地球規模と言える。このような前提から、有機性副産物資材の利・活用も、耕種農家あるいは畜産農家だけで自己完結的な準閉鎖的な処理では、持続的な農業バイオマス循環生産技術として成り立たない。一定以上の水平的・垂直的な受け渡しがないと、持続的な資源のサイクルが機能しない。耕種農業(畑作、園芸、水田)そして畜産、食品加工産業等が、一方的ではなく相互に資源を受け渡す地域的な広がりがあるこそ機能してくるものと考えている。この場合、「地域内」処理・利用による省エネルギー・省資源的な技術が基本となり、耕種と畜産、さらに食品・化学素材産業等との相互依存関係が構築される。

既に我が国においては、これからの日本農業の目指す方向ということで、「食料・農業・農業基本法（新農業基本法）」以外にも、「持続型農業促進法」（持続性の高い農業生産方式の導入の促進に関する法律）<sup>(13)</sup>が施行され、農業における自然循環機能の維持増進と、持続型農業の積極的な評価・促進が記されている。このため、この持続性の高い農業生産方式（基準があります）を認定する仕組みもあり、12万7千件以上の認定農家があり、認定者は「エコファーマー」と称する（図7）。こ

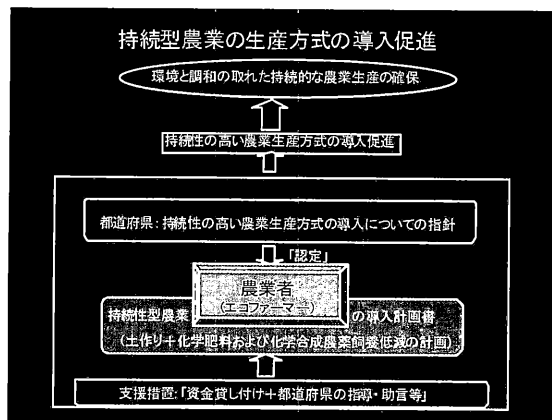


図7. 持続型農業促進法の概略

の法律での持続型農業は、(1)たい肥その他の有機質資材の施用、(2)化学的に合成された肥料の施用を減少させるもの、(3)化学的に合成された農薬の使用を減少させるもの、によって「土壌の性質に由来する農地の生産力の維持増進その他良好な営農環境の確保に資すると認められる合理的な農業の生産方式」と定義されている。この内容からも、これからの日本農業にとって畜産の関わり方が大変重要であることが見て取れる。わが国で限界のある単なる低コスト化ではなく、農業の多面的な機能・公益的機能・環境保全的で安全な農産物の安定的供給、を担うのが日本農業であるとする方向が示されている<sup>(3)</sup>。この持続型農業の視点には、国により自然・社会条件により多少異なるものの、共通的なコンセプトは、①人類の食糧ニーズを満たす、②農業生産環境の質的改善、③天然生物資源の生産力涵養、④再生不能資源や農

業資源の効率的利用、⑤経済的な農業経営の自立、⑥農業生産者・社会全体の生活の質的向上、が長期持続的に充たし、⑦地域固有の動植物生産に関わる包括的な農業システム、という項目に集約される<sup>(22)</sup>。

#### 1) 地域バイオマスの畜産的利用に向けて

持続型農業の構築ということの基本においてみると、農産副産物あるいは食品残渣・加工副産物の利用が大事な意味を持つことが納得させられる。従来はともすれば、農業内でも耕種農家と畜産農家は、あたかも別の産業の如く互いに没交渉な生産体系をつくり、さらに食品産業も消費者もおのおのの産する副産物・残渣物を処理しかねていた状況が続いていた。しかし、この視点（持続型農業）から、地域バイオマスの飼料利用技術を考えて、①地域農業の持続的生産にどのように寄与する技術であるか、一体どのような波及効果を地域の農業生産・食料生産に及ぼすか、という考察が要求される、②畜産が介在することにより、容易に多段的な資源利用サイクルにでき、地域の資源循環が滑らかとなるとともに、畜産を含めた地域農業が安定化する、③畜産的利用により地域の有機性副産物・残渣物を新たな有用生産物に転換できる、④地域の有機性副産物・残渣物の多段的な利用で、耕種生産圃場の持続的生産機能の保持と人間生活環境の多様性の保持に貢献する、あるいは補完できる、と言ったことが挙げられる。また持続的農業の構築にむけては、常により重層的な問題解決を求められると言う場合がある（前述したデンプン粕のそうか病伝播防止についての方策ができたものの、循環利用上で別の病害防止策について現在、検討を開始した）。

#### 2) 考慮すべきエネルギーという視点・課題

社会システムや価値観とリンクすることから、資源循環を基本としてあらゆる産業生産技術システムを見直していく途上であるが、日本の豊かなバイオマス資源を活かすためには、エネルギーの

問題も看過できない。現在の農業技術の多くは化石エネルギーに依存しており、有機性副産物資源の利用過程で、エネルギー生産・取り出し・利用も当然あり、最近はそのような視点からの報告も多い(2,9,17,18)。化石エネルギーから再生可能なバイオエネルギーに替えることにより、地球温暖化の防止あるいは環境保全を達成しようとし、事態の切迫性から先進国間では、温暖化に繋がる温室効果ガスの排出削減に向けて、その削減の達成数値目標を掲げて、取り組んでいる(京都議定書、2005年発効)。このような現状において、再生可能エネルギー資源としての食品循環資源・農産副産物・家畜ふん尿等々は、持続型農業・畜産を支えるものであり、それを認識したところの技術開発が求められ、今後の新しい展開が待たれる。

## 5. おわりに

未利用有機性資源の活用は、一つ二つといった部門や産業技術の開発だけでは、持続的・安定的な利用システムの構築は難しい。この問題には、生活スタイルや生活価値観にも関わっている。すなわち、技術の開発方向や価値基準そのものが問われ、そこからの技術解決が求められている。持続的高生産ができる農地を維持する技術が、農業が求める本来の生産システムである、と考えると、現在はそのような技術生産システムはない。畑作地と水田の大きな違いは物質の流動性にあり、畑作地の物質の流動性を促すのが畜産であると信じる。

## 文献・参考図書・刊行物

- 1) 阿部亮(2002): 食品廃棄物の飼料利用研究、農林水産技術研究ジャーナル、25(3)、p18-23.
- 2) 淡路和則(2007): 都府県におけるバイオガス技術の可能性と課題、市川治編「資源循環型酪農・畜産の展開条件」、農林統計協会、東京、p141-154.
- 3) 出村克彦(2002): 農業と環境—新たな農政目標一、会計検査研究、No26、p45-58.
- 4) 北海道立農業試験場(1980): 北海道の有機性廃棄物の性状と化学成分、北海道立農業試験場資料、11号.
- 5) 北海道農政部(2003): 未利用有機性資源循環利用推進マスタープラン.
- 6) 北海道(2004): リサイクルハンドブック2004.
- 7) 北海道農政部(2005): 北海道における有機質資材の利用ガイド.
- 8) 北海道立根釧農業試験場(2007): でん粉製造排液のバイオガスプラントによる嫌気発酵利用、北海道成績会議資料、p1-13.
- 9) 松尾大樹・佐藤剛史(2004): ドイツにおける再生可能エネルギー政策の現状と成果—バイオガスシステムに焦点を絞って—、九大農学芸誌、59(2)、p217-232.
- 10) 村井勝・上田靖子・鎌田八郎・秋山典昭・大下友子(2005): バレイショ澱粉粕サイレージの発酵品質に及ぼすスターターの効果、日本草地学会要旨集、51(別)、p141-142.
- 11) 湊啓子・清水基滋(2006): 「馬鈴薯でん粉粕中そうか病菌のサイレージ発酵過程での消長」、日本草地学会要旨集、52(別)、p378-379.
- 12) 農林水産省大型別枠研究(バイオマス変換計画) 昭和60年度委託事業報告書(1986): 地域生物資源利用システムの事前評価—北海道における事前評価—、北海道開発問題研究調査会、p1-79.
- 13) 農林水産省(1999): 「食料・農業・農業基本法(新農業基本法)」、「持続型農業促進法」(持続性の高い農業生産方式の導入の促進に関する法律).
- 14) 中村真人、柚山義人(2005): 各種バイオマス成分のデータベース整備、農業工学研究所報告、203、p57-80.
- 15) 農林水産省(2006): 平成19年度畜産物生産費統計.
- 16) 農林水産省統計部(2007): 平成19年食品循環資源の再生利用等実態調査結果.



- 17) 大深正徳・秀島好昭・宮川真・中村和正(2001) : 北海道の農村地帯におけるエネルギー需要とバイオマス利用の一考察、第50回農業土木学会北海道支部研究発表会講演集、p8-11.
- 18) 大深正徳・秀島好昭・中村和正・南部雄二・安井聖一(2006) : 北海道の畑作酪農混合地帯における有機性資源の循環利用モデルの検討、北海道開発寒地土木研究所月報、No641、p27-41.
- 19) 大下友子・三谷朋弘・宮地慎・青木康浩・秋山典昭(2007) : 無添加および乳酸菌添加バレイシヨ4でんぷん粕サイレージの発酵特性および消化特性、日草誌、53(3)、p201-207.
- 20) 清水基滋・西野目行雄・阿部秀夫(1996) : 製糖工場排出土中に生存するジャガイモそうか病菌の発酵熱利用による殺菌、北海道立農試集報、71、p17-25.
- 21) 杉本昌仁・齋藤早苗・左久・木田克弥・大井幹記・佐藤幸信・斉藤利朗(2007) : 肉用牛に対する尿素処理デンプン粕サイレージの利用、栄養生理研究会報、51(2)、p7-13.
- 22) 蔦谷栄一(1999) : 我が国における持続型農業展開の課題—アメリカ、スイスの事例から、カギを握るIPMを軸とした具体的実践—、農林金融、1999年9月号、p2-26.
- 23) 全国食品残さ飼料化行動会議(2007) : 食品残さの飼料化(エコフィード)をめざして—飼料化マニュアル—(平成19年度版)、平成18年度エコフィード推進対策事業報告書.