

環境保全型農業を実現するための堆肥循環の意義と課題

——滋賀県のバイオマス資源を活用した良質の堆肥の安定的生産へ向けて——

松田文雄

はじめに

1. 問題意識に至る経過
2. 環境保全型農業・有機農業における堆肥の意義
3. 滋賀県における堆肥の循環の可能性
4. 堆肥の循環をすすめるための提言

終わりに

はじめに

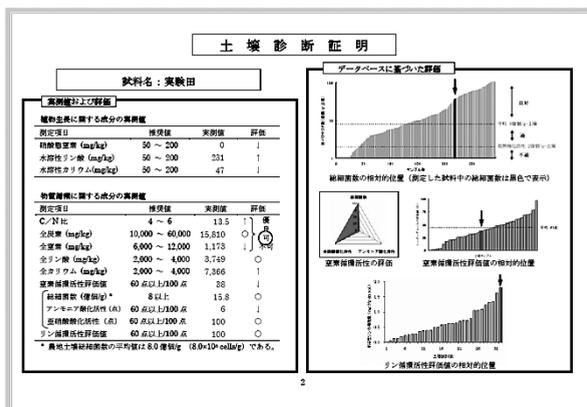
今日、日本の食糧自給率が約4割と主要な先進国で最低水準となり、農業所得は大きく減少し、耕作放棄地が年々拡大するなど、農業は危機的な状況に陥っている。しかし、近年、有機農業や農業の六次産業化など、農業を再生する取り組みが始まり、一部では若者の新規就農がみられるなど、農業が脚光を集め始めている。そこには、安心、安全で新鮮な農産物を食べたいという人々のニーズに応えることへの期待だけでなく、地方から経済、社会、文化の内発的な発展を促し、自然循環型社会を構築していくための切り口としての農業への期待が高まっているといえる。

それだけに、今後の農業では、環境保全型農業や有機農業の役割が大きくなっている。これらの農業を発展させて行く上ではいくつかの課題があるが、そのうちの重要な一つが、地域のバイオマス資源を有効に活用して、良質の堆肥を安定的に生産・供給することである。だが、その実現にはいくつも障害がある。そこで本論では滋賀県をフィールドにして、地域のバイオマス資源を生かした堆肥循環を実現していく意義と課題について検討してみたい。

1. 問題意識に至る経過

私は、2003年から9年間にわたって立命館大学で産学官連携コーディネーターの仕事に携わってきた。立命館大学には農学部はないが、各学部には農業や食料にかかわる研究者が少なからず在籍しており、近年は「農と食」にかかわる産学官のプロジェクトに参画することが増えている。私自身も、2010年度から立命館大学における産学官連携業務の一環として、「明日の農と食を考える研究会」の設立とその活動の推進に事務局としてかかわる機会を得た。

SOFIX 診断の事例



この研究会は、食料・農業をめぐる危機的な状況のもとで、①有機系・自然循環の農業・食料生産についてサイエンスとしての知見を学び、科学的な有機認証制度の確立・普及をめざす、②農業の六次産業化や地域ブランドの形成、農商工連携による新たなビジネスモデルの創出を目指す、③都市生活者のなかで農業や食料生産への科学的な知識の普及に貢献する、という目的で2010年6月に設立された。会員には本学研究者のほか、農業に関心を持つ企業、農業関係者、行政関係者、個人など約20社・個人が参加している。

「明日の農と食を考える研究会」の技術的な柱となっているのが、立命館大学生命科学部の久保幹教授が開発した SOFIX[®] (Soil Fertile Index = 土壤肥沃度指標) という技術である¹⁾。農業生産では「土づくり」がもっとも重要とされるが、農耕地の土壌を評価するには、化学的性質（肥料成分、緩衝作用等）、物理的性質（保水力、通気性等）、生物的性質（有機物の分解、耐病虫害等）の三つの視点から評価していかなければならない。しかし、従来の土壌診断技術では、化学的性質や物理的性質の評価が中心で、生物的性質の評価は困難であった。そのため、化学肥料等を使わず、堆肥などの有機肥料を使って農産物を栽培する有機農業などでは、「土づくり」は経験に頼らざるを得ず、場合によっては収量が十分に得られない、安定的な生産が出来ない等の問題が指摘されてきた。このようななかで SOFIX[®] は、従来の技術では困難であった生物的分析（微生物量、窒素循環活性、リン循環活性）を定量的に行い、化学的、物理的な評価とも合わせて「土づくり」の改善のための処方箋を出すことを可能にした（同様の方法・指標で堆肥の品質を評価する MQI (Manure Quality Index = 堆肥品質指標) も活用する)。これにより、経験と勘に依拠した有機農業や循環型農業にサイエンスに基づく指標を示すこと可能にした。この技術を活用すれば、農産物のブランド化や六次産業化に活用することができると期待されている。

「明日の農と食を考える研究会」では、この SOFIX[®] を学び、普及していくことを柱に、会員限定のクローズド研究会、地域の農家の協力を得ての実際の圃場での栽培実験、さらに広く市民に農と食について考えてもらうためのオープン研究会などを開催し、このなかから、一つでも二つでも農業の六次産業化などのモデルケースを生み出していくことを目指して活動を進めてきた。

このなかで一つの成果として生まれてきたのが、「なばなおうみの会」の活動である。

SOFIX[®] の栽培実験に参加した近江富士農業協同組合 (JA おうみ富士, 「明日の農と食を考える研

究会」会員）の若手農家グループが2011年に、「なばなおうみの会」というグループを結成し、生産工程管理と環境こだわり農産物認証をめざした栽培を開始した。その背景には、「古くから守山地域で栽培されていた“なたね”を地域のブランドとして復活させ、町を元気にしたい」また「低迷する農家の所得を少しでも向上させるため、組織だった活動を展開したい」という熱い思いがあった。また、JA おうみ富士の農産物直販所「おうみんち」の食材加工部門では、今まで栽培していた“なたね”を“なばな”として、乾燥・粉末化してスイーツや近江米と組み合わせた農産加工品を開発している。この活動は、2011年度農林水産省六次産業化法に基づく総合化事業計画の認定を受け、2012年度には滋賀県の「しが新事業応援ファンド」に採択されて、「なばなコミュニティプロジェクト」として新たな活動の展開を進めている。

だが、同時にいくつもの課題が明らかになってきた。そのもっとも大きな課題が、良質な堆肥を安定的に、生産農家が求める量を供給することである。

SOFIX[®]では、土壌の現状を診断するだけでなく、その土壌を改善＝土壌微生物を活性化していくための最適の土壌の状態（C/N比、総炭素量等）に整えていくためにもっともふさわしい、堆肥や有機肥料などの施肥設計を提案することとなる。ところが現状では、SOFIX[®]診断をおこなっても、これに基づいて施肥すべき堆肥がいつでも、必要な量だけ確保できる状況にはなく、しかも、その品質が一定しないという問題に直面している。これでは、いくら生産農家が、SOFIX[®]を活用して高品質の農産物の生産を行おうとしても、良質の堆肥が安定的に確保できないようであれば、それ以上の発展をのぞむことができない。

他方、地域に目をやれば、たとえば滋賀県でみても、家畜排せつ物や、食品廃棄物、木屑、かんなくず、駆除された琵琶湖の外來魚や採取された水草など、良質の堆肥にしうるバイオマス資源が存在しているが、適切に堆肥として活用されていないか、活用されないまま廃棄されているのが現状である。そのため本論では、地域のバイオマス資源を有効に活用して良質の堆肥を安定的に生産していくうえでの課題について検討することとした。

2. 環境保全型農業・有機農業における堆肥の意義

堆肥をめぐる議論をすすめるにあたっては、まず、堆肥の定義のはっきりさせたい。環境保全型農業や有機農業において堆肥を活用することの意義について検討してみたい。

2.1 堆肥の定義

堆肥とは、家畜排せつ物やワラ、落ち葉、野草、水草、剪定枝、生ごみ、食品加工残渣などの有機物を堆積、攪拌して、好氣的条件のもとで微生物によって分解し、植物が吸収できる状態にした肥料のことをいう。

堆肥の定義について、西尾道德氏（元筑波大学農林工学系教授）は、次のように述べている。

「材料の新鮮有機物を堆積して、微生物のおこなう酸素を使った呼吸による好氣的分解によって新鮮有機物を分解させると、多量に含まれる炭素化合物が二酸化炭素と水蒸気になって揮散する。そして、窒素やリンは微生物菌体に取り込まれて、その微生物が死ねば、他の微生物によっ

て分解されて窒素やリン酸は繰り返し利用される。こうした過程によって炭素が減少して、窒素とリン酸の含有率が相対的に上昇して、肥料効果が次第に高まってくる。

そして、新鮮有機物を土壤に施用すると、微生物が大繁殖してくるが、その時、作物に様々な害作用が生ずる。このため、土壤の外で材料の新鮮有機物を堆積して微生物に分解させて、作物に生ずる害作用を回避する。このように調整したのが堆肥である。²⁾

また堆肥は、肥料効果以外に、通気性、透水性などの土壤の物理的性質や、土壤微生物のレベルや質的構成などの生物的性質を改良する土壤改良資材としても役割も持っている。

かつては、「堆肥」という言葉は、家畜排せつ物を含まない有機物——ワラ、落ち葉、野草、水草等を原料とするものとされ、家畜排せつ物を原料とするものを「きゅう肥」とよんでいた時期もあるが、現在は両者を含むものとして呼ばれるのが一般的である。

法律的には、堆肥とは、肥料取締法第2条第2項に基づいて農林水産大臣が指定する47種類の「特殊肥料」の一つである。この47種類を指定した昭和25年6月20日農林水産省告示第177号による堆肥の定義は、「わら、もみガラ、樹皮、動物の排せつ物その他の動植物質の有機質物（汚泥及び魚介類の臓器を除く）をたい積又は攪拌し、腐熟させたものをいう」と規定されている。下水汚泥堆肥等の汚泥を原料も、かつては「特殊肥料」のなかに入っていたが、2000年の肥料取締法改定によって「普通肥料」となったため、法的な定義では堆肥とはいえないが、処理のプロセスからすれば堆肥の範疇に入る。

本論では、堆肥については肥料取締法の定義に基づいて議論を進めたい。

2.2 堆肥を活用する意義

第2次世界大戦以前の農業では、人糞堆肥を含む堆肥が広く肥料として使われてきた。地域の人糞、家畜排せつ物、落ち葉、野草、水草などのバイオマス資源があますことなく堆肥として活用され、栽培された農作物がふたたび堆肥として農地に還ってくる究極の「循環型社会」が作られていた。しかし、第2次世界大戦後は、化学肥料が広く使われるようになり、堆肥はあまり使われなくなってきた。化学肥料は、必要とする肥料成分を定量的に測って農地に投入することで比較的簡単に農業の生産性を高めることができるからであり、国をあげて化学肥料の普及を促してきたからである。だが今、あらたな段階で堆肥の意義が見直されている。私はその意義について次の4点から提起してみたい。

2.2.1 化学肥料の多用によって低下した地力を高める

第1は、化学肥料の多用によって低下した地力を堆肥による自然の物質循環によって高めることである。

土壤中の有機物含有量については、農林水産省の地力保全基本調査、地力実態調査、土壤環境基礎調査で調査している。これによると、水田について土壤中の有機物の含有率は、1959年～1969年当時5.09%であったものが、1989年～1993年には4.84%に減少している。一方、普通畑についても1959年～1969年当時6.96%であったものが、1989年～1993年には6.59%に減少している。この要因としては、堆肥の施用量の減少が挙げられる。

財団法人日本土壤協会によれば、堆肥を連年施用すると土壤の物理性、微生物性が改善される

とともに有機物が分解され、肥料成分が作物に供給されてくる。この結果として作物の収量向上、生産安定がもたらされるが、これについての試験研究はかなり以前から行われている。全般的に堆肥施用によって増収となるが、増収の程度は土壌の種類や作物の種類によって異なる³⁾としてい

2.2.2 地域のバイオマス資源を有効活用することで肥料の自給率を高める

第2は、化学肥料はその材料がほとんど輸入であることを考慮に入れば自給率がほぼゼロ%であるのにたいして、地域にあるバイオマス資源を有効に生かした堆肥の利用が増えれば、肥料の自給率を高めることができることである。

化学肥料の国内生産量、輸入量、内需量、輸出量は表1のとおりである。

かりに、化学肥料の内需量を国内生産だけで賄うとすると、窒素質肥料の「自給率」は101.6%だが、リン酸質肥料は37.0%、カリ質肥料はわずか3.9%、合計でも50%である。

だが、これらの肥料の原材料を考慮に入ると「自給率」はさらに下がる。

窒素質肥料の原料は大部分がアンモニアである。アンモニアは大気中の窒素と水素を高圧下で反応させて製造している。窒素は無尽蔵といえるが、水素を作るためにはエネルギーが必要である。そのエネルギーは現状では天然ガスが主な原料であり、その大部分は輸入に頼っている。

リン酸質肥料の主原料はリン鉱石であるが、日本にはリン鉱石は採掘できないのですべて輸入に頼っている。最近では、リンが投機の対象となり、さらに最大の輸入相手国である中国が100%関税をかけたことから、2008年にはリン酸質肥料の価格が約50%高騰する事態となった。

カリ質肥料は主原料がカリ鉱石である。カリ鉱石も日本では採掘できないため、輸入にたよっている。輸入相手国はカナダが多い。生産量はリン鉱石ほど制限されていないが、産出国が限られていることには間違いはない。

他方、地域で産出される家畜排せつ物、落ち葉、野草、水草などのバイオマス資源を収集して堆肥化し、地域の農業で使用する地域的な循環をつくることができれば、輸入に頼らない肥料の生産・供給体制をつくることができる。たとえば、中央農業総合研究センター（中央農研）が、2000年の農業センサス等をもとに家畜糞堆肥の肥料成分と化学肥料の施肥量を都道府県別に推定した研究によると、化学肥料施肥量のうち家畜糞堆肥の肥料成分でまかなえる比率は全国平均で、窒素で41.2%、リン酸⁴⁾22.4%、カリウム27.0%であった。表2は、窒素成分に関して、都道府県別に化学肥料の施肥量を家畜糞からの供給量でどれだけまかなえるかを推定したものであり、全国平均で化学肥料の4割程度を堆肥に切り替えていくことが出来ることを示している。これに、食品廃棄物や落ち葉、野草、水草などの他のバイオマス資源から作成した堆肥も加えれば、これをさらに上積みすることができるであろう。

2.2.3 炭素貯留

第3は、堆肥に含まれる有機物の一部が、難分解性の炭素として長期間にわたって土壌中に貯蔵されることから、農地を地球温暖化対策のためのCO₂吸収源として位置付けることができることである。

農耕地に施用された堆肥に含まれる有機物の大部分は土壌微生物によって分解され、そのなか

表1 化学肥料の生産量と輸出入量（千トン）

	生産量 (A)	輸入量 (B)	内需量 (C)	輸出货量 (D)	A/C
窒素質肥料	495	191	487	205	101.6%
リン酸質肥料	216	347	583	2	37.0%
カリ質肥料	15	310	382	2	3.9%
合計	726	848	1,452	209	50%

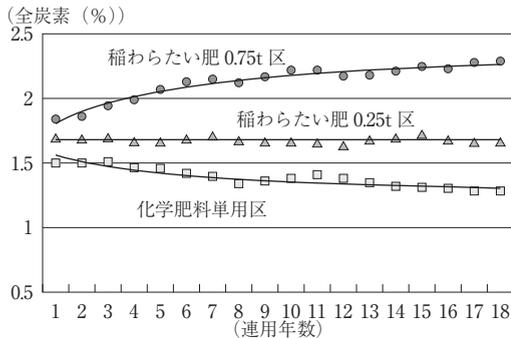
資料：業界及び農林水産省生産資材課調べ

表2 家畜ふん堆肥による窒素供給量、化学肥料窒素施肥量および両者の割合

都道府県名	堆肥による供給量 (A) (トン/年)	化学肥料施用量 (B) (トン/年)	供給・施用割合 (A÷B×100)	都道府県名	堆肥による供給量 (A) (トン/年)	化学肥料施用量 (B) (トン/年)	供給・施用割合 (A÷B×100)
北海道	49,649	342,660	14.5	滋賀県	1,134	3,392	33.4
青森県	3,803	12,556	30.3	京都府	672	2,683	25.1
岩手県	10,630	13,423	79.2	大阪府	276	1,027	26.9
宮城県	6,357	9,050	70.2	兵庫県	2,081	5,470	38.0
秋田県	2,081	9,434	22.1	奈良県	733	1,696	43.2
山形県	2,960	8,670	34.1	和歌山県	664	3,740	17.7
福島県	5,277	10,899	48.4	鳥取県	1,739	2,739	63.5
茨城県	9,940	14,015	70.9	島根県	1,294	2,403	53.8
栃木県	7,803	9,690	80.5	岡山県	2,793	4,235	66.0
群馬県	11,073	8,127	136.2	広島県	1,794	3,214	55.8
埼玉県	6,271	6,796	92.3	山口県	1,598	2,867	55.7
千葉県	10,176	9,997	101.8	徳島県	4,137	3,159	131.0
東京都	353	1,322	26.7	香川県	3,172	2,669	118.8
神奈川県	2,443	2,487	98.3	愛媛県	4,025	5,307	75.8
新潟県	2,736	10,433	26.2	高知県	865	2,418	35.8
富山県	767	3,398	22.6	福岡県	3,934	8,957	43.9
石川県	843	2,565	32.9	佐賀県	4,530	6,566	69.0
福井県	597	2,640	22.6	長崎県	5,726	4,403	130.0
山梨県	981	2,702	36.3	熊本県	9,730	7,891	123.3
長野県	3,674	8,976	40.9	大分県	3,740	4,458	83.9
岐阜県	4,076	3,081	132.3	宮崎県	20,636	7,557	273.1
静岡県	4,762	12,921	36.9	鹿児島県	18,632	15,497	120.2
愛知県	11,080	7,088	156.3	沖縄県	3,425	8,621	39.7
三重県	3,038	4,488	67.7	全国	258,699	628,387	41.2

資料：中央農業総合研究センター調べ

図1 我が国における堆肥等有機物の連用試験例
【普通畑（灰色低地土）】



出典：土壤環境基礎調査，山口県農試ほ場における試験
注：グラフにプロットされたデータは，調査年の前後1年を含めた3年間の平均値。

表3 堆肥を施用した場合の年間炭素貯留増加量
(畑に1.5t/10a施用した場合)

【普通畑】

土壌種	炭素増加量 (kgC/年/10a)	二酸化炭素増加量 (kgCO ₂ /年/10a)
黒ボク土	40	140
褐色森林土	60	240
黄色土	70	260
灰色低地土	170	630

出典：「土壤環境基礎調査」の結果から，連用期間が8年以上ある地点（普通畑26地点）の土壤炭素データを分析

に含まれるCO₂も再び空气中に放出される。しかし，微生物によって分解することが困難な有機物が，土壤有機炭素となり長期にわたり貯蔵される。

温室効果ガスの各国別削減目標を決めた京都議定書第3条4項では，各国が選択可能なCO₂の吸収源として，炭素の貯留を高める農地管理が位置付けられている。京都議定書第一約束期間（2008～12年）では，カナダ，スペイン，ポルトガル，デンマークが炭素貯留の農地管理を吸収源として選択している。だが，日本はその当時，農地からの温室効果ガス排出に関するデータやその推計方法に関する知見が不足していたために，第一約束期間では農地管理を吸収源として選択できなかった。

そのため政府の中央環境審議会は，農地への炭素貯留に着いて検討しており，「昭和20年代から継続する我が国の農地土壤調査のデータ等を基に，土づくり対策として行われてきた堆肥，緑肥等の施用により，土壤炭素の貯留量が増大することを確認」したとの調査結果をまとめている⁵⁾。この調査では，山口県農業試験場における18年にわたる試験によるデータに基づいた計算として，化学肥料の施用のみでは炭素が減少するが，稲わら堆肥の連用により一定の炭素が貯留することがあきらかになったとしている（図1）。また，堆肥を畑に1.5t/10a施用した場合，土壌の種類によって年間140～630kg CO₂/10aの炭素が貯留することが明らかになった（表3）。

藤岡惇教授も，2050年までに二酸化炭素の排出量の半減を実現するためのもっとも実り豊かな方策の一つが，炭素を土壤のなかに固定化していくことだと述べている⁶⁾。

2.2.4 人と人をつなぎ，食文化を創造する

第4は，地域の家畜排せつ物，落ち葉，野草，水草などのバイオマス資源を堆肥化して地域の農耕地に施用する物質循環の流れを作る中で，耕種農家と畜産農家との耕畜連携の復活，さらに農業生産者と都市生活者，地域の教育現場との連携など人と人とのつながりを強化し，地域での新たな産業おこしや地域に根差した食育や食文化の創造などを促すことができることである。

3. 滋賀県における堆肥の循環の可能性

次に、堆肥の地域的な循環についてより現実的に検討するため、滋賀県に焦点をしばってバイオマス資源の分布とその利活用の現状、これまでの行政や農業関係者の取り組みをまとめる。

3.1 滋賀県におけるバイオマス資源の分布

滋賀県は、地域ごとに「バイオマス総合利活用マスタープラン」を策定するために、2003年度～2005年度の3年間にわたって、地域ごとのバイオマスの発生量と利活用量、将来の発生量の予測などをおこなった。これらの数値を全県的に集計して『バイオマス利活用のための手引き（資料集）』として公表している。表4は、この資料集に掲載された地域別・種類別のバイオマス発生量（湿潤重量ベース）である。⁷⁾

これによると、滋賀県におけるバイオマスの総発生量は1,189,252tである。

内容別では、家畜排せつ物が一番多くて321,788t（27.0%）、これに食品廃棄物214,000t（17.9%）、稲わら192,108t（16.1%）、生ごみ101,296t（8.5%）などが続く。

地域的にも大きな特徴がある。東近江地域は、滋賀県最大の農業生産量を誇り、畜産農家も多いため、県内の家畜排せつ物の62%、202,194t、県内の稲わらの36.7%、70,168tがこの地域で発生している。地域内の種類別のバイオマス発生量のなかの比率でも、家畜排せつ物（53.9%）と稲わら（18.8%）で全体の9割弱を占めている。

つづいて、高島地域が家畜排せつ物44,367t、稲わら21,168t、甲賀地域が家畜排せつ物38,164t、稲わら16,110t、湖東地域が家畜排せつ物13,789t、稲わら20,950tと、農業系のバイオマスの発生量が多い。

他方、大津地域では生ごみが45,740t、古紙が12,871t、湖南地域でも生ごみが18,158t、食品廃棄物が32,000tと、生活や産業からのバイオマスが多い。ちなみに甲賀地域は農業系のバイオマスも多いが、同時に、食品廃棄物が51,000tと県内最大の発生量となっているほか、生ごみ10,062t、建設発生木材12,328tなど、生活、産業からのバイオマス発生量も多いのが特徴である。

つぎに、堆肥に利用しうるバイオマスの種類別にその利用の量（率）をみてみたい。表5は、『バイオマス利活用のための手引き（資料集）』のデータに基づいて作成したものである。

家畜排せつ物では、数字の上では発生量の99.3%が「農地利用」されていることになっている。しかし、後に見るように、そのおおくが良質の堆肥として安定的に生産されているとは言い難い。

生ごみの堆肥化率はわずか2.7%である。家庭からの雑多な排出物を含む生ごみで堆肥を作るのは困難であると思われる。

食品廃棄物の堆肥化率は14.5%である。廃棄されるものがある程度一定になっている食品廃棄物では堆肥化の可能性を示している。

剪定枝・刈り草の堆肥化率は9.8%である。これらはおもに、可燃ごみ、都市公園、街路樹、刈り草、果樹などから排出されるものである。

稲わらは94.1%がすきこみであり、堆肥化率は1.4%、畜舎敷料としての利用は0.3%にすぎな

表4 滋賀県における地域別・種類別のバイオマス発生量（湿潤重量ベース）

(t/年)

	大津	湖南	甲賀	東近江	湖東	湖北	高島	県全体
①家畜排せつ物	2,920	4,642	38,164	202,194	13,789	15,712	44,367	321,788
②生ごみ	45,740	18,158	10,062	10,977	8,614	4,713	3,032	101,296
③食品廃棄物	1,000	32,000	51,000	14,000	112,000	3,000	1,000	214,000
④木くず	3,253	7,849	3,429	8,836	7,658	5,706	2,766	39,497
⑤建設発生木材	9,171	10,000	12,328	8,464	3,725	10,633	2,000	56,321
⑥剪定枝・刈り草	7,468	6,151	2,257	5,117	2,479	4,045	2,808	30,325
⑦古紙	12,871	12,984	3,068	6,481	7,827	7,453	1,438	52,122
⑧農業集落排水汚泥	596	5,099	3,688	7,774	2,411	10,999	2,695	33,262
⑨林地残材	2,828	1,246	7,808	3,886	6,216	4,387	8,665	35,036
⑩稲わら	6,912	11,815	16,110	70,618	20,950	44,535	21,168	192,108
⑪もみ殻	1,813	4,505	4,441	19,730	3,950	5,632	3,601	43,672
⑫水草	206	1,803	0	259	0	393	339	3,000
⑬廃おが粉	—	—	—	60	—	—	—	60
⑭竹	—	—	—	334	—	—	—	334
⑮ヨシ	13	14	0	15	10	13	3	68
⑯麦わら	97	1,816	1,352	11,203	5,396	2,364	240	22,468
⑰大豆殻	34	589	211	1,391	884	1,027	54	4,190
⑱し尿処理施設汚泥	456	1,517	2,242	3,689	2,003	1,890	858	12,655
⑲下水汚泥	5,044	15,755	91	2	5,083	0	629	26,604
⑳駆除外来魚	107	206	0	84	9	25	15	446
廃棄物系バイオマス	88,519	114,155	126,329	267,594	165,589	64,151	61,593	887,930
未利用バイオマス	12,010	21,994	29,922	107,520	37,415	58,376	34,085	301,322
合計	100,529	136,149	156,251	375,114	203,004	122,527	95,678	1,189,252

■：廃棄物系バイオマス（①～⑧、⑬、⑱、⑲） □：未利用バイオマス（⑨～⑫、⑭～⑰、⑳）
 出典：『バイオマス利活用のための手引き（資料集）』（滋賀県）

い。かつては、稲刈りのときに出てくる稲わらの多くが、畜産農家に敷料として提供され、この稲わらと糞が混合したものを堆肥化して、ふたたび耕種農家に提供されるという耕畜連携がおこなわれていた。しかし、戦後、農業の機械化のなかで登場したコンバインは、稲を刈りながら、わらを直接土壌にすき込み機能をもつようになったため、畜産農家にはほとんど稲わらが流れなくなり、敷料として、稲わらのかわりにチップが使われることが多くなっている。しかし堆肥化を進めるうえでは、チップは稲わらと比べて分解にくく、良質の堆肥を生産するうえでは問題がある。

なお、以上の統計には集計されていないものとして、里山のマキやシバ、落ち葉なども視野に入れておく必要がある。かつて農村の生活は田畑や里山と一体になっていた。農家は1年をとおして里山に入り、山菜やキノコ、木の実などの山の幸だけでなく、マキやシバを燃料として使い、

表5 バイオマスの種類別利用状況

(t/年)

種 類	発生量 種別	利用状況	利用量	利用率
家畜排せつ物	321,788	農地利用	319,588	99.3%
		メタン発酵	915	0.3%
生ごみ	101,296	堆肥化	2,755	2.7%
		固形燃料化	2,188	2.2%
食品廃棄物	214,000	堆肥化等	30,999	14.5%
剪定枝・刈り草	30,325	燃料利用・燃料加工	572	1.9%
		堆肥化	2,831	9.3%
		すき込み	57	0.2%
		その他再資源化	202	0.7%
農業集落排水汚泥	33,262	農地還元	1,470	4.4%
		緑地還元	9,731	29.3%
稲わら	192,108	すき込み	180,720	94.1%
		堆肥	2,778	1.4%
		マルチ	816	0.4%
		飼料	4,586	2.4%
		畜舎敷料	618	0.3%
		加工	202	0.1%
		堆肥	13,729	31.4%
もみ殻	43,672	床土代替資材	1,415	3.2%
		マルチ	866	2.0%
		暗渠資材	500	1.1%
		畜舎敷料	1,978	4.5%
		燃料	2	0.0%
		くん炭	5,169	11.8%
		その他利用	19,861	45.5%
		土壌還元	652	21.7%
		堆肥	18	30.0%
		昆虫マット	42	70.0%
水草	3,000	堆肥化	308	92.2%
廃おが粉	60	すき込み	13,897	61.9%
		焼却後すき込み	709	3.2%
竹	334	敷料	468	2.1%
		堆肥化	308	92.2%
麦わら	22,468	すき込み	13,897	61.9%
		焼却後すき込み	709	3.2%

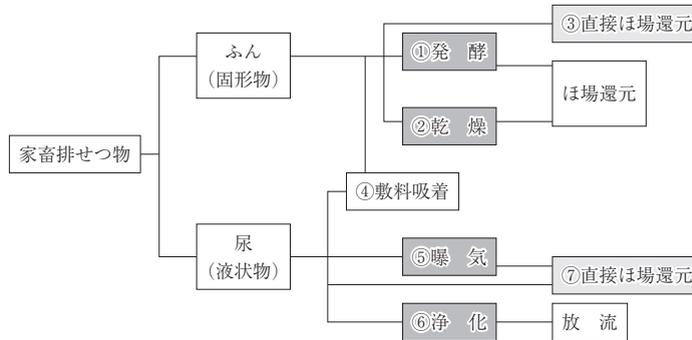
出典：『バイオマス利活用のための手引き（資料集）』（滋賀県）より作成

里山の落ち葉は堆肥化されて田畑にすきこまれていた。だが、第二次世界大戦後のエネルギー革命や化学肥料の普及により、里山はほとんど顧みられなくなり、人の手が適切にはいっていないため生物多様性が失われ、山は荒れ放題となっている。そのため野獣のえさが少なくなり、獣害の原因の一つともなっている。

3.2 堆肥循環の取り組み

滋賀県内のバイオマス資源の分布が以上のような状況であるもとの、それらを堆肥化し地域で循環させる取り組みについて、家畜排せつ物、水草、食品廃棄物にしほってみていきたい。

図2 家畜排せつ物の主な処理方法



出典：『耕畜連携による資源循環型農業の推進をめざして』（滋賀県）

3.2.1 家畜排せつ物

家畜排せつ物は、適切な処理をされずに野積などで放置されると、栄養塩が流出し、河川や湖沼の富栄養化などの環境問題の原因となる。そのため国は、1999年に「家畜排せつ物の管理の適正化及び管理の適正化及び利用の促進に関する法律」（家畜排せつ物法）を制定して、家畜排せつ物の適正な管理や利活用の取り組みをすすめている。

滋賀県では、環境問題へのとりくみ、とくに琵琶湖の環境負荷の削減という観点から、はやくも1971年から県の単独の補助事業や国庫補助事業を活用して、畜産農家での家畜排せつ物処理施設を整備してきた。そのため、滋賀県としては、県内の畜産農家では「家畜排せつ物法」で定められた基準はほぼ遵守されている状況になっていると評価し、今後は家畜排せつ物の適正管理とあわせて、その利活用を促進して、耕畜連携による循環型農業の推進を目指すとしている。

以下、2010年1月に滋賀県農政水産部がまとめた『耕畜連携による資源循環型農業の推進を目指して』と題する報告書に基づいて、滋賀県内の家畜排せつ物の発生・利用の現状と県の取り組みについてみてみたい。⁹⁾

3.2.1.1 家畜排せつ物のフローと利用状況

家畜排泄物は図2のようなフローで処理されている。

まず、糞（固形物）は、①発酵または、②乾燥という処理を経て圃場に還元される場合と、③直接に圃場へ還元される場合に分かれる。①の「発酵」とは、微生物の働きを使って、家畜糞を堆肥に変換するものであり、耕畜連携のかなめとなる。②の「乾燥」とは乾燥によって水分を低減させたもので、「乾燥糞」と呼ばれる。これは、堆肥より窒素等の肥料成分が高いといわれるが、土壌にすきこんでから定植まで一定の時間をおく必要がある。③の「直接圃場還元」は、発生した排せつ物をそのまま圃場にすきこむことであり、悪臭や衛生面、農産物の生育障害などをひきおこす危険性が高く、環境面でも望ましくない。

これらの比率は、①発酵処理が84%、②乾燥処理が10%、③直接ほ場還元が6%となっている。

尿（液体）の場合は、④おがくず等の敷料に吸着させたのち、糞と混合して堆肥化する、⑤尿だめ槽内の尿に空気を送って微生物の力によって硝酸態窒素に換える曝気処理、⑥直接圃場還元、⑦尿を希釈して、微生物の働きによって汚染物質を除去した処理水として公共水域に流す浄化処

表6 家畜排せつ物の利用状況

平成21年	ふん尿発生量		農業利用量			浄化放流等 農業外利用
	(t/年)	(t/年)	自己所有ほ場	他人所有ほ場	販売等	
乳用牛	79,193	79,193	60.8	22.7	16.5	0
肉用牛	159,429	159,429	29.6	35.8	34.6	0
豚	23,834	14,926	25.5	24.5	50.0	8,911
採卵鶏	29,059	29,059	15.1	4.8	80.0	0
肉用鶏	6,526	6,526	4.7	26.2	69.1	0
全体	298,047	289,133	34%	28%	35%	8,911

農業利用率 97%

畜産経営利用率

耕種農家等利用率

畜産経営における
家畜排せつ物の利用量
年間 102万トン
窒素ベース 630トン

〔*利用量の推定方法はp14の
たい肥生産量見込みを参照〕

畜産農家所有ほ場での
年間推定利用量*
たい肥 61千トン
窒素ベース 504トン

出典：『耕畜連携による資源循環型農業の推進をめざして』（滋賀県）

理等にわかれる。滋賀県の場合、その比率は、敷き料吸着処理が68%、浄化処理が12%、直接ほ場還元が20%となっている。

つぎに、各畜産農家で生産された家畜排せつ物がどこで使われているかについては、自己所有ほ場還元が34%、他人所有ほ場への散布が28%、販売その他が35%であった。他人所有ほ場への散布には、耕種農家との稲ワラ交換や飼料用米栽培等、耕畜連携の取り組みが含まれている。

ただ滋賀県の上記報告書によれば、畜産農家の所有圃場での堆肥使用量は61,000tと適正使用量の18,000t～22,000tを上回っており、過剰施用が懸念されている。

つぎに報告書では、「家畜排せつ物の利活用に関する意向調査」を掲載している。これは、近畿農政局の委託で2008年～2009年にかけて畜産農家162戸（全戸調査、うち有効回答者69戸）、耕種農家200戸（抽出調査、うち有効回答128戸）を対象に、家畜排せつ物の利用実態、家畜排せつ物利用に関する意識、耕畜連携に関する意識についてアンケート調査したものである。

まず、耕種農家にたいするアンケート結果では、家畜排せつ物を利用している農家が40%であるのにたいして、利用していない農家が50%、以前利用していたが現在は利用していない農家が9%となっており、家畜排せつ物を利用している農家は4割にとどまっている。

堆肥を利用していない理由としては、「ワラのすき込みで間にある」32%、「化学肥料で間にある」18%、「堆肥の必要性を感じない」6%など、そもそも堆肥の必要性を感じない人々が約6割を占めている。また、必要性を感じたとしても、「堆肥の成分、施肥量がわからない」14%、「良質な堆肥の入手先がわからない」11%、「労力がかかる」7%、「価格が高い」4%などが堆肥を使っていない理由としてあげられている。

また、以前利用していたがやめた理由としては、「労力がかかる」27%、「価格面であわない」22%など経営・コスト面が一番多く、つづいて、「稲だおれをおこした」17%、「雑草が増えた」

17%、肥料成分が不安定6%など堆肥の品質やその運用をめぐる問題点が挙げられている。

つづいて、耕畜連携について、耕種農家と畜産農家の両方に聞いている。

耕種農家のニーズとしては、「価格面がおりあうこと」「必要な時にすぐに入手できること」「散布までしてくれること」「ペレット化等により扱いやすくすること」などがあげられた。

畜産農家の側からは、6割以上が「堆肥の品質向上が重要」「散布作業をしてもよい」と答えている。また、畜産農家のニーズとしては、「コントラクター等の作業受託組織」26%、「共同利用堆肥化施設」24%、「エコフィード供給施設」13%などをあげている。

これらのアンケート結果をみても、本論の冒頭でも述べたように、堆肥を有効活用していくうえでは、品質の向上とその安定的供給が課題となっていることが確認できる。また、価格については、堆肥そのものの価格より運搬費用が高くつくことが要因になっていると思われる。

滋賀県は、以上の現状を踏まえて、「家畜排せつ物の利用の促進を図るための県計画」として、①集落営農組織等におけるコントラクター機能の育成や大規模専業耕種農家と畜産農家との連携などによる耕畜連携の強化、②耕種農家のニーズに対応した堆肥づくり、③家畜排せつ物のエネルギーとしての利用等の方針を打ち出している。

3.2.1.2 高島市の実例

滋賀県内の耕畜連携の事例としては、高島市安曇川町での取り組みが先進的事例としていろいろな場面で紹介されている。¹⁰⁾

高島地域は琵琶湖の西北に位置し、「鯖街道」に象徴されるように、古来から北陸地域と京都、奈良などの都を結び交通の要衝として栄えてきた。産業としては農業が中心であり、水稻、肥育牛、養鶏、野菜などの生産が盛んで、農業系バイオマスの発生量は東近江地域について多い。

気候は、日本海に隣接していることから冬は「北陸型気候」となり、12月下旬から3月上旬には豪雪に見舞われる。

この地域の畜産農家は、2001年度までは水田で飼料用作物を生産していたが、畜産経営の規模拡大や高齢化、後継者の不足などから、自給飼料の確保が困難になりつつあった。

地方、耕種農家のところではコメの生産調整がおこなわれるなかで、転作の作物として推奨されている麦や大豆などの生産が気候条件から難しいという問題に直面してきた。

こうしたなかで、2001年度からJA西びわこが中心になって、耕種農家が飼料稲を栽培して「ホールクropp」の形態で畜産農家に提供することで、耕種農家の転作物の振興と畜産農家の飼料自給率の向上を同時に解決する取り組みが始まった。他方、畜産農家から排出された畜産排せつ物を堆肥化して、耕作種農家に提供する取り組みもおこなわれた。

事業をすすめるにあたっては、「生産振興総合対策事業（耕畜連携・資源循環総合対策事業）」によって助成金を得て飼料稲専用ホールクropp収穫機を導入して、2002年度から本格的に取り組みをスタートした。この取組に参加しているのは、2007年度で耕種農家44戸、畜産農家3戸で、飼料稲の栽培面積は25ha、ホールクropp数で1,550ロールであった。

この事業の運営費は、耕種農家から畜産農家へ売却されるホールクropp販売代金のほか、国の産地づくり交付金、県の集落ぐるみ事業、市の飼料稲栽培事業などの補助金によって賄われている。堆肥は畜産農家が無償で圃場に散布している。

3.2.2 食品廃棄物

表4でみたように、滋賀県内での食品廃棄物の発生量は214,000tで、そのうち堆肥化されているのは14.5%、30,999tである。2001年には食品リサイクル法が制定され、滋賀県でも食品廃棄物のリサイクルの取り組みがすすめられている。

その一つが、NPO 法人日本食品リサイクルネットワーク関西支部の活動である。¹¹⁾

2001年の食品リサイクル法の施行を受けて、2002年には食品リサイクル機器メーカーなどが中心になって「食品リサイクル機器連絡協議会」が設立され、同協議会・システム委員会会員の総意と検討のもとで、2004年8月にNPO 法人日本食品リサイクルネットワークが設立された。関西支部は、2006年4月には近江八幡市を拠点に活動をスタートしている。

具体的な活動としては、滋賀県内25の事業所（社員食堂、病院、食品スーパー、和菓子、レストラン、ホテル等）から食品廃棄物を収集し、「たんぼぼ村」と呼ばれる農家6軒（滋賀県内4軒、兵庫県2軒）に有償で提供し、堆肥化して「環境こだわり農産物」等の栽培に活用している。そして、そこで生産された環境こだわり農産物を、食品廃棄物を排出した事業所に紹介し、社員食堂などの安全・安心な食材として活用されている。

私は、2011年6月25日に、「こだわり滋賀ネットワーク」の「農と食のコーディネーター養成講座」の一員として、この食品リサイクルを実践している守山市の弁当会社「株式会社一番」と「近江たんぼぼ村」の農家・園田園（近江八幡市）を訪ねた。

株式会社一番では、地域の企業等にお昼の弁当を配送していて、月に約20t、年間約240tの生ゴミが出るが、このうち2/3を飼料化し、残り1/3を堆肥化し、100%利活用している。

堆肥化の工程（一部飼料化の工程と重なる）をみてみると、昼過ぎに回収されてくる弁当箱と残飯を仕分け、調理の過程ですでてくる残渣（野菜くず）と合わせて、生ゴミ内の異物（箸、バラン等）の除去、粉碎、乾燥、堆肥化の工程を実施し、工場内に一時保管する。これが第一次加工処理である。生成物は月2回、近江たんぼぼ村（園田園）が引き取りに来る。

園田園は、株式会社一番のほか、近江八幡市総合医療センター、パナソニックホームアプライアンス社、パナソニック流通研修所、旭化成、積水ハウス、都賀山ホテル、日本精工、イオン櫻井店、日本観光開発（スエヒロ、ゴルフ場、サービスエリア）などから食品廃棄物の一次処理加工品を年間約20トン回収している。

園田園の代表の園田耕一氏は、1981年に就農し、「お客様に一つ上のご満足を届ける」を経営理念として、はやくから有機資材（鶏ふん等）で栽培するなど環境と品質にこだわった農業に携わってきた。作付面積は140haで、水稻（44%）、大豆（28%）、麦（28%）を生産し、家族を含む従業員11人で1億3000万円（2010年度）の売り上げをあげている。

回収されてきた食品生成物は、園田農園内で一時保管して、異物除去、混合・調整、量の計測、容器づめをおこなったのち、農地還元している。こうして作られた米は環境こだわり・特別栽培



園田園の堆肥保管施設

米「えんこう米」（商標登録済み）として販売されている。また、園田園で生産された農産物は、パナソニックをはじめとする企業の社員食堂でも提供されている。

3.2.3 水草

琵琶湖湖岸では、むかしから水草が繁茂している。かつては、農家がこの水草を有効な肥料成分として活用しており、その取り分をめぐる集落同士が争いになったこともあったという。

だが、戦後は化学肥料の普及により水草はほとんどふりむかれなくなってしまった。他方、琵琶湖では1994年の大湖水以降、水草の異常繁茂がつづいており、湖底の低酸素化や生態系への悪影響も及ぼしている。1930年代から50年代までは、水草の繁茂の範囲は南湖で20~30km²、量は1936年で3,900tであったが、現状は面積で40km²以上、約10,000tにも及んでいる。

このようななかで滋賀県は、「マザーレイク21計画」のなかで、薄れた暮らしと湖のかかわりの再生を目指して、水草の刈り取りをおこない、刈り取った水草は環境への負荷を最小量にとどめながら、かつてのように堆肥として農地でつかうことをめざしている。

滋賀県は「水草対策事業」として、水草の刈取から有効利用までを一体的に実施するため、水草対策チームを設置し、県庁の関係各課や関係団体が連携して2005年度から対策を推進している¹²⁾。具体的には、県の委託を受けた公益財団法人淡海環境保全財団が、琵琶湖の水草を5カ所で刈り取り、5,450tを13箇所陸揚げして、津田干拓地で堆肥化している。水草堆肥は、県民モニターや協力農家による実証試験や環境学習、普及啓もう活動に活用されている。

県民モニターは、淡海環境保全財団が募集し、家庭菜園などで水草堆肥が「どのような作物と相性が良いか」「どれぐらいの量が適正なのか」をレポート提出してもらっている。私も2012年10月27日に守山市木浜町でおこなわれていた堆肥の無料配布の会場へ行き、約10Kgの水草堆肥を頂いてきた。

協力農家には、刈り取った水草や水草堆肥を圃場にすき込んでもらい、各種の作物の生育状況、収穫量などをモニタリングしている。湖南農業高校は、授業や周辺の小学校対象の学習会などで、水草堆肥による野菜の栽培実験を通して環境教育をおこなっている。また、2010年度から養鶏飼料製造業者に水草を湿潤重量で525円/tで販売している。

3.3 堆肥循環の可能性と課題

以上見てきたように、滋賀県では各地に様々なバイオマス資源が存在しており、これらを適切に堆肥化して農地に還元する可能性がある。

先に引用した中央農研の先行研究によれば、2000年のデータであるが、家畜排せつ物に関して、滋賀県では窒素ベースで、化学肥料の施肥量のうち33.4%を堆肥に置き換える可能性があることを示している（表2）。

食品廃棄物について同様に推定した先行研究が見あたらなかったので、ごく簡単に推定すると次のようになる。

農林水産省農蚕園芸局農産課の調査によると有機物1tあたり食品廃棄物の肥料成分量は、水分63%として、窒素14kg（A）、リン酸10kg、カリウム4kgである。表4で示される滋賀県の食品廃棄物量は214,000t/年（B）であるので、その半分を堆肥化したとして1,498t/年（C）の窒

素成分を供給できることになる。これは、表2で示される滋賀県における化学肥料による窒素成分施肥量 3,392t/年 (D) の44.1%をまかなえることになる。

$$A \times (B \div 2) / 1,000 = C \quad C/D \times 100 = 44.1$$

現実的にはより精緻な分析が必要であるが、ここでは地域で発生するバイオマス資源を適切に堆肥化すれば、地域で必要とされる肥料成分をまかなうことができる潜在的可能性があることを示すために上記のような推計を行った。

また、滋賀県内における高島市の耕畜連携や日本食品リサイクルネットワークの経験の成功の要因を学び、分析すれば、他の地域・領域での堆肥循環のシステムを構築するうえでの大きな参考とすることができる。

だが可能性を現実化していくためには、つぎのような課題があることが明らかになってきた。

- ① 堆肥の品質が不安定であり、また利用する農業生産者の堆肥の適切な施肥方法が分からず、堆肥の利用に不安がある。
- ② 本格的に農業生産に利用するには、堆肥化されているバイオマスの量が少ない。
- ③ バイオマスを長距離移動するとコストがかかる。
- ④ バイオマス・堆肥と農業生産、食品産業や消費者を適切に結びつけるコーディネート機能が弱い。
- ⑤ 地域のバイオマス資源を堆肥として有効活用し、循環させていくことへの都市生活者の意識も決して高いとはいえない。

4. 堆肥の循環をすすめるための提言

これらの課題をどう解決するか、そのために大学としてどう貢献するかについて最後に提言したい。立命館大学は、2012年10月に、立命館グローバル・イノベーション研究機構 (R-GIRO) の学際的な研究拠点の一つとして「食料研究拠点」を発足させたが、そこでの研究課題の一つとして地域での堆肥の循環も重要なテーマとなっている。

4.1 SOFIX に基づく高品質堆肥の生産技術の確立、施肥技術の普及と診断センターの設立
堆肥の循環を促すうえでまず第一に解決しなければならないのが品質の向上である。この問題を技術的に解決するため、立命館大学が開発した土壤肥沃土指標 (SOFIX[®]) や MQI (堆肥品質指標) をベースに高品質堆肥の安定的生産技術の確立と施肥技術の普及を進める。

すでに「明日の農と食を考える研究会」では、SOFIX[®]、MQI を活用して、家畜排せつ物や水草などを活用した堆肥生産の研究や栽培実験等に着手している。

また、圃場実験をベースに現場のニーズにこたえて SOFIX[®] の基本技術の体系化と技術移転を促進するためのマニュアルの作成に着手している。これにより、農家や畜産農家、堆肥業者などが自分たちで堆肥と土壌の両方を評価し、適切な施肥設計ができる力をつけていくようにする。これらの目的のため、SOFIX[®] 診断センターの設立を提案したい。

現在、土壌や堆肥の診断の要請があった場合は、大学の研究室での委託試験という形で

SOFIX[®]、MQI 診断サービスをおこなっている。だが、診断が量的に増えてくればおのずと限界に達する。そのため、SOFIX[®] 診断を専門的な業務としておこなう「SOFIX[®] 診断センター」の設立が不可欠である。農家などがインターネットで土壌や堆肥の SOFIX[®] 診断の申し込みをおこない、センターから送られてくる容器に土壌や堆肥のサンプルを封入して返送すると、数日後に診断結果と処方箋がメールで返送されてくるといったサービスが展開出来ると非常に有効である。

この診断センターの形態として、既存の民間業者に委託するか、新たに企業や NPO を起こすかについては、今後の検討課題とする。

4.2 地域の特性に応じた堆肥循環モデルとクラウド・データベースの確立

第二に堆肥の品質と同時に重要なのは、必要とされる量が安定的に確保されることである。この問題を解決するうえでは、堆肥を長距離輸送するとコストがかかるため、地域ごとにその地域で発生するバイオマス資源を活かした循環システムを構築していく必要がある。

すでに取り組みの事例をしめしたように、畜産や農業がさかんな東近江地域や高島地域では、「耕畜連携」による循環が中心となるであろうし、大津地域や湖南地域では食品リサイクルが中心となるであろう。琵琶湖畔の地域では水草堆肥を有効活用する必要がある。滋賀の県土の49%は森林であることから、里山の保全活動とむすびつけて落ち葉などの堆肥化や間伐材を炭化して土壌に埋め込むことも検討すべき課題である。なお、適切な肥料成分のバランスをもった良質な堆肥を生産するため、地域を超えて家畜排せつ物、食品廃棄物、水草等の混合も必要であろう。さらに地域での堆肥の循環を促していくうえでは、生活者の意識を変え、これらの循環に関与、参加させていくことも課題となっている。

これらを実現していくうえでは、滋賀県内でもいくつかモデル地区を設定して、そこでの現状と課題を徹底的に調査して、モデルを構築していく必要がある。とくに守山市や草津市などこれまで立命館大学の地域連携で結びつきが強い地域が足がかりとなるであろう。

また、地域における堆肥のデマンド（需要）とサプライ（供給）に関する情報を「見える化」し、効率的に結びつけていくため、堆肥の地域クラウド・データベースの構築を提案したい。これは SOFIX[®] 診断センターと連動させる。

堆肥の供給側は、原材料（家畜排せつ物、食品廃棄物、水草等）や堆肥の発生量、堆肥の品質などを一定の期間（日単位、週単位、月単位など）ごとにデータベースに登録する。入力自体がなるべく作業者の負担にならないよう、タブレット端末や携帯電話、スマートフォンからの簡便な入力が可能なようにする。今後の原材料の発生量や堆肥の生産量の予測ができる場合はそうした情報も登録する。

他方、堆肥の需要側に関しては、農業生産者が年間の作付け計画を入力すると、データベースが SOFIX[®] の施肥基準に基づいて、必要とされる堆肥の量、質、時期などを自動的に計算、表示できるようにする。そして、堆肥の供給者の側は地域の需要側の情報を、農業生産者の側は地域における堆肥の供給の情報を、また仲介者の側は双方の情報を年間を通して把握できるように、計画的に取引ができるようになる。

このデータベースの運営主体等については今後の検討課題である。

4.3 びわこ・くさつキャンパスモデルの実践

第三に、地域モデルを構築していく一つの足がかりとして立命館大学びわこ・くさつキャンパス（BKC）をフィールドとすることを提言したい。BKCは約611,000m²の土地に約15,000人の学生、生協や関連会社を含め1,000人以上の教職員が生活するちょっとした「町」であり、基礎的なデータを集め、流通やコストの問題を洗い出し、計画を立案し、実践のなかで検証していくうえで良い規模であり、また、教育の場としても格好の条件がそろっているからである。

4.3.1 地元野菜・堆肥循環システムの構築

まず、キャンパスの生協食堂で地域の「環境こだわり農産物」をベースにしたメニューを導入する一方で、食品廃棄物を堆肥化し、地域の農家に提供し、そこでの農産物を再び生協食堂で活用される食品リサイクルを確立する。

滋賀県の「環境こだわり農産物」を導入する目的は、学生のみならず教職員を含めて、消費者・生活者がファストフードに流されたり、BKCに通勤しながらも、よほどの意識をしなければ滋賀の豊かな農産物や食品に触れることもない現状のもとで、日常の食事のなかで、滋賀の農産物やその背後にある滋賀の農家の思い、滋賀の地域性や歴史などに思いを馳せることができる機会を提供していただくことである。

現在、立命館生協は食材の購入は、京都、奈良、滋賀の大学生協で組織する大学生協京都事業連合を経由している。これは大量購入によってコストを低減すると同時に食品の安全性を確保するためである。そのため地元農産物を導入するためには、コストや安全性の担保をどう解決していくかが検討課題となる。

食品リサイクルに関しては、一時、「エコキャンパスの会」などを中心に生協や関連業者、大学なども交えて真剣な検討がなされていたが、カット野菜を使っていることや夏・冬などの長期休暇があるため想定したほど廃棄物の量が確保できないことや現場の作業負担、処理装置の費用負担などの課題があきらかになり、実現に至っていない。だが、具体的課題が明らかになっていることは、問題解決の大きな足がかりであり、滋賀県内の食品リサイクルの経験やノウハウに学びつつ、R-GIRO 食料研究拠点のテーマとして学際的な研究者と生協の実務者、大学当局、地域の農家、学生などとの実践的な研究のなかで答えを見つけていくことを提案したい。

4.3.2 自然緑地・八左衛門池の保全と利活用

同時に、キャンパス内でほとんど顧みられていない自然緑地・八左衛門池の里山としての環境保全や利活用の一環として、落ち葉の堆肥化の取り組みを進める。

BKCのなかには3haもの自然緑地と自然池が存在し、ここには十数種類の貴重な動植物が生息している。BKCが開学する前は、この一帯は森林地帯であり、かつては里山として利用されていた。また、自然池は、もともとは「八左衛門池」と呼ばれ、現在の名神高速道路のあたりまで広がる灌漑用貯水池であった。江戸末期、水不足に悩んでいた農民を救うため、近江野路村の庄屋・深尾八左衛門（1807年～1889年）が嘉永7年（1854年）に私財をなげうって灌漑用貯水池を完成させ、約300haを開田したのが、この池の由来である。

BKCの造成にあたって1990年に環境アセスメントがおこなわれ、この森林と湿原に貴重な動

植物が生息することが明らかになり、その保護のためにキャンパス内に自然緑地を残し、環境のモニタリングをおこなっていくことが基本方針とされてきた。しかし、里山のように適切に人の手が入っていないため、落ち葉が放置され、土地や水が富栄養化し、希少種の減少、アカマツの枯死、生物多様性の減少、景観の悪化などがみられている。

こうしたなかで、20年間にわたって自然緑地の管理を担ってきた業者より、自然緑地の保全・利活用のため、10年計画で自然緑地全体の森林整備を実施し、自然緑地内に散策道を設置して憩いの場を創出し（貴重種保護のため一部は立ち入り禁止）、学内および地域の環境教育・学習の場として形成すること等が提案されている。これらを積極的に受け止め、里山保全と環境教育の一環として、自然緑地内の落ち葉の堆肥化をすすめ、里山・森林の保全と農業とを結びつけるモデルケースを形成する。

里山の落ち葉堆肥は量的にはさほど大きなものではないと思われるが、学生や若手研究者が里山のメカニズムを学び、地域の農民のために貢献した深尾八左衛門の精神を現代に継承する教育の場として位置付けることも重要ではないだろうか。

終わりに

本論のテーマである地域における堆肥循環は、今日の有機農業や環境保全型農業の現実的ニーズに応えるためのものであるが、これは藤岡惇教授が「平和なエコ・エコノミー」実現へ向けた方策の一つとして提唱されている「ブラック・ニューディール」や「国土の黒土化」（炭素の土壌への埋め込みにより肥沃な黒土をつくる）という壮大な構想とも合致している。本論でも指摘するように、その実現のためには多くの課題があるが、引き続き多様な研究者による研究と産官学+農の連携による実践とを結び付けて、実現への道を歩むために貢献していきたい。

注

- 1) 松野敏英, 津田治敏, 久保田謙三, 松宮芳樹, 久保幹「農地土壌診断—有機農法のための農地物質循環の評価—」立命館大学理工学研究所紀要68号2010年
- 2) 西尾道徳「堆肥・有機質肥料の基礎知識」農文協2007年7月30日
- 3) 猪股敏郎「堆肥施用の現状と今後の利用促進」畜産環境情報第16号2001年4月
- 4) 雲晴久（中央農研）, 山口武則（中央農研）, 森江昌史（中央農研）「家畜ふん堆肥による肥料成分供給量と化学肥料施用量の都道府県別試算」関東東海北陸農業研究成果情報2004年07月20日
- 5) 中央環境審議会地球環境部会（第104回）資料3—2「農林水産分野における温暖化対策 農地による炭素貯留について」2012年4月13日
- 6) 藤岡惇「帰るなん、いざ豊饒の大地と海に」立命館経済学60巻特別号11 2011年3月
- 7) 滋賀県農政水産部「バイオマス利活用のための手引き（資料集）」2007年2月
- 8) 琵琶湖博物館展示
- 9) 滋賀県農政水産部「耕畜連携による支援循環型農業の推進を目指して」2010年1月
- 10) 農林水産省ホームページ「耕畜連携の推進15事例—滋賀県安曇川町：環境と調和の取れた耕畜循環型農業の確立」
- 11) 2011年度「農と食のコーディネーター養成講座」資料2011年6月25日
- 12) 滋賀県琵琶湖政策課「水草対策事業報告書」2012年3月