

畜産環境情報

第64号

2016年6月



一般財団法人 畜産環境整備機構

畜産環境情報 <第64号>

目次

1. 畜産環境を巡る最近の話題

農林水産省 生産局 畜産部 畜産振興課
畜産生産情報分析官
高橋 博人 1

2. 家畜ふん堆肥等の有機物施用による土壌の炭素貯留

～地力の維持増進と地球温暖化緩和の両立を目指して～

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構
農業環境変動研究センター
気候変動対応研究領域
土壌炭素窒素モニタリングユニット長
白戸 康人 11

3. 長野県における畜産環境対策の現状と資源循環の取組み事例

長野県 農政部 園芸畜産課
主任
橋本 淳一 23

4. 新潟県の畜産と畜産環境対策について

新潟県 農林水産部 畜産課
主任
村山 剛 29

畜産環境を巡る最近の話題

農林水産省 畜産部 畜産振興課
畜産生産情報分析官

高橋 博人

1. はじめに

「畜産環境情報」では、第 58 号（2015 年 6 月）において、当時畜産部畜産企画課の中島係長が、「新たな家畜排せつ物法の利用を図るための基本方針について」と題して執筆し、第 60 号（2015 年 10 月）において、「畜産環境を巡る現状と課題」と題し、当時畜産企画課の井戸調査官が執筆している。よって、新たな基本方針の見直しのポイントや目指すべき方向、畜産環境を巡る現状等についてはこれらを参考にして頂き、今回は、最近の畜産環境に関する動向として、①水質汚濁防止法における硝酸性窒素等に係る暫定排水基準の見直し、②おが粉の安定確保のための取組、を紹介する。

2. 水質汚濁防止法における硝酸性窒素等に係る暫定排水基準の見直し

水質汚濁防止法（以下「水濁法」という。）に基づき、ホウ素、フッ素並びにアンモニア、アンモニウム化合物、亜硝酸化合物及び硝酸化合物（以下「硝酸性窒素等」という）については、平成 13 年に排水基準を設定したが、その際、直ちに一般排水基準を達成することが困難であると認められた、畜産農業を含む 40 業種

については、暫定排水基準が設定された。平成 28 年度は、畜産農業における硝酸性窒素等に係る暫定排水基準について、3 年ごとの見直し時期に当たっている。現在の暫定排水基準は、平成 28 年 6 月 30 日に適用期限を迎えることから、環境省においては、昨年からの畜産分野検討会を開催し、排出実態のデータ収集等により、暫定排水基準の見直し（案）や今後の低減方策について、2 回にわたり検討を行った。

（1）排水濃度の実態把握

環境省の排出実態把握は、養豚事業場を対象とし、平成 25 年度までに硝酸性窒素等が一度でも排水基準（100 mg/L）を超えたことのある養豚事業場及び新たに硝酸性窒素等の排水濃度が高濃度（500 mg/L 以上）であることが確認された養豚事業場を対象に、排水濃度を調査した。また、過去に排水濃度が改善されていてもその後の変動により再び高濃度になっている事業場についても、データ収集の対象とした。

加えて、業界団体における硝酸性窒素等の低減に係る取組を把握するため、一般社団法人日本養豚協会（JPPA）等の業界団体に対し、聞き取り等を行うとともに

に、会員農家における排出実態の把握を行った。

(2) 排出濃度の実態

環境省の調査においては、これまで養豚事業場 681 事業場について排水データが収集され、このうち直近の 5 年間に於いて、硝酸性窒素等濃度の最大値が 500 mg/L を超過したことがある 22 事業場について、高濃度の状況やその後の改善状況を確認し、そのうちの直近 3 年間のデータが 500 mg/L を超過する 10 事業場を今回の調査対象とした。

高濃度時の状況を見ると、直近 3 年間のデータの最大値は 1160 mg/L であり、最大値が 600 mg/L を超過しているのは 7 事業場であった。このうち、6 事業場においては、自治体の指導等による排水処理設備の維持管理の改善等により、濃度の改善が見られている。また、残りの 3 事業場のうち、1 事業場でも濃度の低減が見られ、低減可能性が不明な事業場は 2 事業場であり、最大濃度は 559 mg/L という結果であった(詳細は環境省 HP を参照のこと)。

高濃度排出の畜産事業場については、自治体の指導等による排水処理施設の維持管理の改善等により濃度の低減が見られているが、畜産事業場は、一般的に季節や飼養頭数等の影響により排水濃度の変動があることから、基準値の見直しに当たっては変動を考慮することが必要と考えられる。前回の見直しにおいても、冬季に脱窒があまり進まないため、夏季よりも全体的に高くなる傾向を考慮し、排水濃度の累積度数分布を作成、排水濃度の最大値(約 500 mg/L)と平均値(約

300 mg/L) の比率が 1.7 倍程度として変動率を考慮して、基準値が設定された。今般も同様の考え方により変動率を算出し、1.76 との結果であった。

(3) 新たな暫定排水基準

自治体から収集した排水濃度の低減状況等を考慮すると、排水濃度の最大値が 559 mg/L であることから、これを大きく超えることはないと考えられ、さらに、業界団体から提出のあった会員農家における排水濃度分布についても、約 95% の事業場の排水濃度が 600 mg/L 未満という状況であった。

これらのことを踏まえ、現行の暫定排水基準値 700 mg/L を 600 mg/L に見直すことが適当と考えられるとの案が検討会において提案され、審議会の専門委員会でもこの案が支持された。

その後、パブリックコメントを経て、5 月 25 日の中央環境審議会水環境部会において、同基準案を 7 月 1 日から適用することが決定された(図 1)。

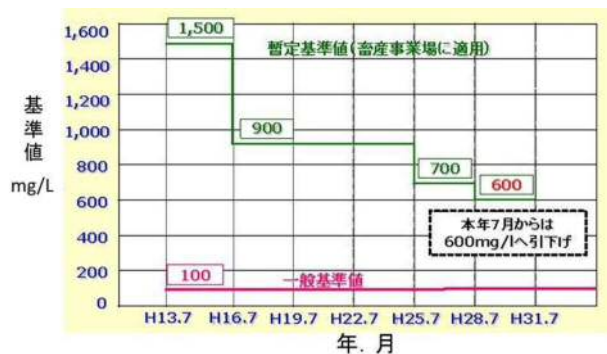


図 1 水質汚濁防止法の排水規制 (硝酸性窒素等) の推移

(4) 今後の対応

新たな排水基準はあくまでも暫定排水基準であることから、引き続き、排水濃

度の低減に努めることが重要であり、一般排水基準に向けて、引下げを前提にした対応が必要である。このため、農水省としては、今後、①汚水処理に係る優良事例の紹介、②畜産農家に対する適正な維持・管理に向けた畜産環境の専門家による技術指導等を推進するとともに、③必要な施設整備についての各種補助事業の活用等の推進が重要と考えている。

一方で、3年後の見直しの際には、その時点での対応が可能な基準となるよう、環境省に対してデータを提示していくことが重要と考えている。このため、関係団体(JPPA等)に対して、計画的な、より多くのデータ収集を促し、さらに(一

財)畜産環境整備機構等とも連携して、当該データを分析・検証しつつ、次回の見直しに対応すべきと考えている。

3. おが粉の安定確保のための取組

(1) おが粉を巡る状況

畜産経営において敷料として利用されるおが粉については、木質バイオマス発電用燃料の需要増大等により、九州地域を中心として、供給量の減少や価格の上昇が見られる状況となっている。

この課題に対応するため、農水省は昨年度、全国の畜産農家や製材所等に対する緊急調査を実施した。その概要は以下の通りである(表1参照)。

表1 畜産敷料(おが粉)の需給動向に関する調査結果の概要

畜産敷料(おが粉)の需給動向に関する調査結果の概要	
1	<p>畜産農家におけるおが粉の充足度</p> <p>○おが粉が「足りている」と回答した者は、全体では67%(九州は62%)、「不足しているが、他の敷料でまかなっている」が17%、「不足しているが、対応を検討中」が16%(九州は23%)。</p>
2	<p>畜産農家における敷料(おが粉)の価格動向</p> <p>○おが粉の購入価格が「上昇した」と回答した者は、全体の32%で、九州は47%(割合が最も多い県は宮崎県の79%、次いで鹿児島県の56%、長崎県の55%)。</p>
3	<p>畜産農家におけるおが粉以外の敷料の利用状況</p> <p>○おが粉以外の敷料は、「もみ殻」が最も多く61%(北海道以外は各地域とも最も多い)、次いで「戻し堆肥」が17%、「稲わら」が16%で、その他にパルク、木質チップ、麦かん(特に北海道)、乾牧草等を利用。</p>
4	<p>製材所におけるおが粉の生産及び価格の状況</p> <p>○おが粉の生産量が「減少している」と回答した者が36%、「増加している」が42%、「変化なし」が22%。 ○畜産農家への販売価格が「上昇している」と回答した者が43%、「変わらない」が52%、「下がった」が5%。</p>
5	<p>製材所におけるおが粉の販売価格が上昇した要因</p> <p>○おが粉の販売価格が上昇した要因は、「木質バイオマス発電用燃料としての需要量が増えたため」と回答した者が39%、次いで「木材加工が減少したため」が35%、「原料価格の上昇」が18%。</p>

資料：農林水産省調べ

- ① 畜産農家においては、供給不足や価格上昇が見られる地域がある一方で、問題なく供給を受けている地域もあるなど、地域的な偏在が生じている。
- ② 価格上昇の原因は、木材の木質バイオマス発電用燃料としての利用増加が一番多く(39%)、次いで、木材加工の減少(35%)、原料価格の上昇(18%)と続く。
- ③ おが粉以外に使用される敷料としては、もみ殻(61%)が一番多く、次いで、戻し堆肥(17%)、稲わら(16%)となっている。その他、裁断古紙やコーヒー滓、ケイ酸カルシウム等があげられている。
- なお、公益社団法人中央畜産会において、独立行政法人農畜産業振興機構の補助を受け、国産畜産物安心確保事業の中の家畜排せつ物利活用推進事業として、おが粉価格の変動状況等を調査しているので、データを参考までに紹介する(表2、3)。

表2 畜産農家におけるおが粉価格の変動状況

(単位:円/m³)

地域名	平成24年度	25年度	26年度	27年度
全国	1,895	1,929	2,014	2,084
北海道	2,692	2,718	3,063	3,086
東北	1,889	1,947	2,011	2,026
関東	1,869	1,903	1,932	1,964
北陸	1,217	1,250	1,396	1,420
東海	1,643	1,687	1,770	1,808
近畿	1,843	1,828	1,920	1,891
中四国	1,669	1,681	1,725	1,965
九州	2,277	2,316	2,426	2,504

資料：平成27年度家畜排せつ物利用活用事業に係る敷料(主におが粉)等の生産動向・利用実態報告書((公社)中央畜産会)

表3 製材所等におけるおが粉の用途別販売量

(単位：上段は千 m³
下段は%)

用途区分	針葉樹おが粉			広葉樹おが粉		
	平成24年	25年	26年	24年	25年	26年
全体	2,108	2,238	2,512	97	172	76
	100	100	100	100	100	100
畜産敷料	1,411	1,457	1,690	25	62	20
	67	66	67	26	36	26
きのこ培地	188	188	152	63	102	49
	9	8	9	65	60	66
その他	509	592	670	9	8	7
	24	26	24	9	4	8

資料：平成27年度家畜排せつ物利用活用事業に係る敷料(主におが粉)等の生産動向・
利用実態報告書((公社)中央畜産会)**(2) おが粉の安定確保に向けた取組**

畜産農家のおが粉不足という課題解決に向けて、畜産農家におけるおが粉の安定確保が図られるよう、農水省は昨年11月に畜産振興課長通知を発出し、関連体制の整備等について各都道府県に依頼した。

その内容は、まず、各都道府県の畜産担当部署と林産担当部署が連携して、管内の製材所等に、①おが粉供給への協力依頼を行うとともに、②おが粉の供給拡大が可能な製材所の情報を提供してもらい、県畜産担当部署が県内畜産農家にその情報を提供する等の仕組み作りである。併せて、畜産農家からの問い合わせや把握したおが粉供給可能製材所等に関する情報提供のための相談窓口の設置をお願いし、その安定供給の一助とすることと

している。

平成28年4月末時点での各都道府県の対応状況を見ると、相談窓口を設置済みが14道県であり、畜産農家における不足状況の情報を把握している県が10県となっている。また、供給拡大が可能な製材所についてリストアップ済みが14道県ある。

(3) おが粉の代替となる敷料の利用

おが粉の不足や価格上昇に対応するためには、各地域において容易かつ安価に入手できる代替敷料を上手に利用していくことが重要である。今回、代替敷料の利活用を検討する際の参考となるよう、各地の優良事例14件の事例集

(<http://www.maff.go.jp/j/chikusan/kankyō/taisaku/pdf/ogako.pdf>)を取りまとめた。そのうち二つの事例を紹介する。

もみ殻と戻し堆肥の利活用事例(酪農、奈良県山添村)

ポイント

- 数年前よりおが粉の供給が少なくなったため、JAのライスセンターからもみ殻を無料で入手、さらに戻し堆肥の利用を開始。
- 敷料にはおが粉(670m³/月)、もみ殻(580m³/月) 戻し堆肥を利用。
- もみ殻を利用した堆肥は、乾燥が早いため臭気が少なく、農家に好評。
- 消石灰を混ぜることにより疾病の感染予防を実施。

地域の紹介

- 奈良県山添村は、奈良県と三重県の県境に位置し、夏は涼しく、冬は寒さが厳しい地域。大阪へ70km、名古屋へ100kmと交通の便は良く、近くを名阪国道が走る。
- 地域全体で茶栽培が行われ、大和茶の一大産地となっている。



経営の概要

- ・所在地: 奈良県山添村
- ・施設: 牛舎4棟、堆肥舎、堆肥保管庫等
- ・労働力: 30人(うち家族3人)
- ・飼養形態: フリーバーン
- ・飼養頭数: 搾乳牛950頭、育成牛50頭、仔牛80頭



牧場全景



牛舎概観

代替敷料利活用の取組み

- 数年前よりおが粉の供給が少なくなったため代替敷料の利用を模索し、JAのライスセンターからもみ殻を無料で入手、さらに、戻し堆肥の利用を開始。
- 現在、敷料にはおが粉(670m³/月)もみ殻(580m³/月)戻し堆肥を利用。
- 毎日の牛ふん除去後に、減った分の敷料を追加。
- もみ殻は、吸水率が悪く単体での利用が困難なため、おが粉と混ぜて使う必要があり、また、入手時期が秋季に限られるため保管場所が必要。
- 一方、もみ殻は無料で入手可能であり、もみ殻を利用した堆肥は、乾燥が早いため臭気が少なく、農家に喜ばれている。
- 戻し堆肥の投入により、細菌性疾病の発生が増加する可能性があるため、消石灰を混ぜることにより疾病の感染予防を実施。
- また、戻し堆肥は、夏場は乾燥しているが、冬場は水分量が多いため、おが粉やもみ殻を増量して水分調整を行うことが必要。



牛舎内



戻し堆肥と消石灰

堆肥化工程

- ボロは毎日搬出し、堆肥発酵装置で発酵。
- さらに、堆肥舎で堆積後、ハウス乾燥施設で乾燥。
- 自動袋詰装置で40ℓの袋に入れ、JAから奈良県、三重県、大阪府に販売。



堆肥舎



ハウス乾燥施設

戻し堆肥の利活用事例(乳肉複合, 宮崎県都城市)

ポイント

- 敷料は**戻し堆肥100%**。
- 農場から排出する家畜排せつ物は畜種ごとに堆肥化処理を行い、酪農より排出したふん尿は酪農用、和牛より排出したふん尿は和牛用の戻し堆肥として利用。
- 酪農用の戻し堆肥は、乳房炎対策のため**細菌検査を実施**、確認後利用。

地域の紹介

- 宮崎県都城市は県南西部に位置し、平成18年1月の市町村合併により、人口が宮崎市に次ぐ県下第2位の都市。
- 市全体の農業産出額の約8割は畜産部門が占め、肉用牛、豚、ブロイラーの生産が盛ん。全国市町村単位でそれぞれ第1位(平成18年度農林水産省「生産農業所得統計」)の我が国を代表する畜産地となっている。



経営の概要

- ・所在地: 宮崎県都城市
- ・敷地: 第1農場から第5農場まで畜舎は13棟、
堆肥センター(堆積堆肥舎、スクリュー式攪拌堆肥舎、ロータリー式攪拌堆肥舎)
- ・労働力: 25人(うち堆肥製造1人)
- ・飼養頭数: 搾乳牛400頭、和牛繁殖250頭、和牛肥育1,000頭



堆積堆肥舎内部
左手前がおが粉置き場



利用しているおが粉



堆積堆肥舎外観

戻し堆肥利活用の取組

- おが粉は、堆肥処理の水分調整に利用。
- おが粉は週1回約17m³を業者が堆肥センターへ配送。
- 戻し堆肥処理と販売用堆肥処理は、分けて処理を行う。
- 各農場から排せつ物を毎日堆肥センターへ搬入(約30t/日)。堆積堆肥舎において一週間程度堆積発酵後、2次処理としてブロワー付きのスクリー式攪拌装置で3日に1回攪拌発酵(30~40日程度)、処理後水分調整としておが粉と混合し戻し堆肥として利用。乳牛用はおが粉と混合後、更にブロワー付きスクリー式攪拌で毎日攪拌発酵(14日程度)を実施。合計50~60日程度かけて堆肥化を行う。
- 乳牛用の戻し堆肥は、細菌検査を実施後農場へ搬送をする。
- 農場から発生した堆肥のうち約25%が戻し堆肥、75%が堆肥として販売。



スクリー式攪拌堆肥舎外觀



スクリー式攪拌装置



スクリー式攪拌堆肥舎の内部



戻し堆肥

販売用堆肥処理工程

- 販売用の堆肥には水分調整用のおが粉は使わない。
- 各農場から搬入された排せつ物を1週間程度堆積発酵し、その後ブロワー付きスクリー式攪拌により1次発酵(30~40日程度)、ロータリー式攪拌により2次発酵(14日程度)を実施。
- 製造した堆肥は、露地野菜農家やハウス園芸農家へバラ堆肥として販売。



ロータリー式攪拌堆肥舎外觀 (左側)



ロータリー式攪拌装置

4. おわりに

昨年10月に大筋合意を見たTPP問題等、今後の畜産を取り巻く情勢は一段と厳しい状況が続くことが予想される。畜産環境対策のための投資は、収益性向上には直接にはつながりにくいものではあるが、畜産環境対策をおろそかにすることは、

環境へ負荷をかけ、人の生活環境を損なうとともに、地域住民の理解を失い、経営継続にも影響を及ぼしかねないものとなる。我が国の食生活に不可欠な、安全でおいしい畜産物を安定して供給するため、畜産農家はもちろん、関係者の継続した、更なる努力が必要である。

家畜ふん堆肥等の有機物施用による土壌の炭素貯留

～地力の維持増進と地球温暖化緩和の両立を目指して～

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構（農研機構）

農業環境変動研究センター

気候変動対応研究領域

土壌炭素窒素モデリングユニット長

白戸 康人

1. 気候変動の進行と緩和の必要性

(1) 温室効果ガス濃度の増加

急速な人間活動の増大により、大気中の二酸化炭素（CO₂）、メタン（CH₄）、一酸化二窒素（N₂O：亜酸化窒素）などの温室効果ガスの濃度が増加し、地球温暖化が進行している。IPCC（Intergovernmental Panel on Climate Change：気候変動に関する政府間パネル）が2013年に発行した第5次評価報告書⁶⁾は、「地球温暖化を引き起こすCO₂などの温室効果ガス濃度が上昇している原因は、95%以上の確率で人為起源である」と断定した。これは、それ以前の報告よりもより強い表現であり、人為による気候変動の進行は、もはや疑いようのない状況であると言える。

(2) 温暖化への適応と緩和

実際に温暖化の影響は各方面に出始めているため、温暖化への「適応策」を進めることが急がれている。各分野とも、このままでは温暖化の影響を受けて被害や損害を受ける可能性があるわけであるから、当然の動きである。日本政府も2015

年に国として「気候変動の影響への適応計画」を策定した。このように、最近では温暖化のもととなる温室効果ガスを削減する、「緩和策」よりも「適応策」が重視されつつあるようにも見える。

農業の現場では「適応」の重要性が高いことは当然であるし、そこは着実に進める必要があることは言うまでもない。しかし、日本のようないわゆる先進国ではとくに、「緩和策」にも力を入れることが、これまで温室効果ガスを排出してきた国家としての責任であることも忘れてはならない。皆が適応に精いっぱいとなり、緩和にまで手が回らないとなれば、気候変動の加速は止まらないことになるからだ。

(3) 農業分野の寄与

緩和には、省エネなどで化石燃料の消費を抑制することが第一である。工業国である我が国では農業よりは工業などの分野の寄与が大きく、例えば、2014年の日本の温室効果ガスの総排出量に占める農業分野の寄与はわずか3%程度にすぎ

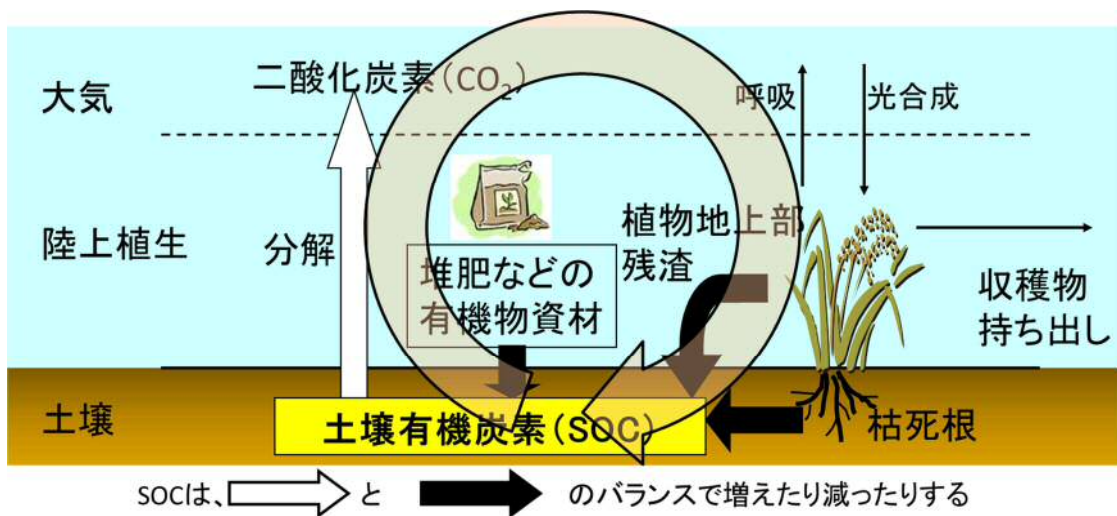


図1 土壌を中心とした炭素の循環
 (炭素は二酸化炭素、植物体、土壌有機物と姿を変えながら循環しており、土壌炭素が増えることは、大気CO₂の減少を意味する。)

ない⁸⁾。しかしながら、世界で見ると、農業、林業など「土地」分野の寄与は大きく、最新の見積もりでは24%とされている⁶⁾。温室効果ガスの排出は、化石燃料の消費だけではないのである。

したがって、地球全体のことを考えれば、農業や土地セクターにおける温室効果ガス排出削減の必要性は大きい。また、わが国と類似の自然条件下で水田農業を営むようなモンスーンアジアにおいては、日本で開発された温暖化緩和策をひろく普及できる可能性も大きいという、拡張性、普及可能性が大きいという側面もある。

2. 土壌の炭素貯留と温暖化緩和の関係

(1) 土壌の炭素循環

土壌呼吸という用語があるように、土壌の表面からはCO₂が放出されている。

一部は生きている植物の根による呼吸であり、一部は土壌有機物の微生物による分解によって発生している。この土壌有機物は、もともと植物が光合成により固定した炭素(C)が主成分である。農地では、植物が光合成をしてCO₂を吸収し、その植物が遺体となって土壌に還元され、それが土壌中の微生物により分解されてCO₂が大気に出る、というように、大気、植物、土壌の間でCの循環が行われている(図1)。したがって、土壌中に有機物として存在する土壌炭素量が減少するならば農地はCO₂を排出しており、増加ならばCO₂を吸収している勘定になる。

(2) 土壌の炭素貯留の意義

概して土壌中に炭素が多い方がその土壌の肥沃土が高いといえるため、多くの場合、土壌炭素を増やすような管理は、地力の維持増進という観点からも重要であるといえることができる。つまり、土壌

炭素を増やすことによる CO₂ の吸収、すなわち温暖化の緩和と、地力の維持増進による農地の生産力向上は、いわゆる Win-win の関係にあるといえる。農地はあくまで農業生産のためであるが、その農地を維持するための活動が、別の角度から光をあててみると温暖化緩和にも役立っているのだ、と理解することができる。

世界の中では、日本のように資材を多投入する農業が行われていてそれに起因する環境負荷が問題になる国はむしろ少なく、土壌有機物の消耗や低肥沃度が問題になっている土地が大半であることを考えると、この、持続的な農業生産と地球温暖化の緩和を両立できる土壌炭素の貯留は、大いに注目されるべき方策だといえる。

3. 土壌の炭素貯留のポテンシャルは大きい

(1) 土壌炭素の総量

地球全体の土壌炭素量の推定値には幅があるが^{7, 19)}、世界の土壌炭素の総量は、大気 CO₂ の総量の 2 倍、陸上植生のバイオマス総量の 3 倍という数字がよく引用されるように、土壌中の炭素量は地球全体で見れば非常に多量であるため、そのわずかな増減が地球規模の炭素循環に大きく影響すると考えられている。また、先史時代から現在までに土壌有機物の減少で放出された炭素は、人類が化石燃料の消費により放出した炭素量の 2 倍以上になるという試算がある^{5, 9)}。

わかりやすい例として、もともと森林や草原だった頃に土壌中に蓄えられていた炭素が、開墾されて畑になったために、

次第に分解して減少した場合などがこれに該当する。時間のスケールが異なるため(化石燃料消費は 150 年余り、先史時代から今までは 10,000 年)注意が必要ではあるが、実際に化石燃料消費の 2 倍近い多量の炭素が土地から大気に放出されてきたというのは大きな事実である。

(2) 炭素貯留ポテンシャル

このことは、逆に、適切な管理の下で劣化した土壌が修復されれば、土壌に炭素を貯留させることによって、土壌を炭素の大きな吸収源とする可能性があることを意味する。もちろん、すべての農地を太古の昔のような自然植生に戻すことによって、先史時代の土壌炭素レベルを復元するのは非現実的ではあるが、現在の農地で農業生産を続けながらも、管理方法を工夫することによって、土壌中の炭素を増加させるのは、ある程度まで可能であると考えられる。実際に土壌炭素を増加させることによって、地球全体の農地では、炭素貯留による地球温暖化緩和の可能性がどの程度まであるか、さまざまな推計がなされている。たとえば、Paustian ら¹²⁾では、20~30 PgC、Lal⁹⁾では、先史時代から現在までに失われた全土壌有機炭素量(55~78 PgC)の 50~66%程度と推計されているが、いずれにしても、巨大なポテンシャルを有することが認識されている。土壌の炭素貯留の可能性は大きい。

注：1 Pg は 1 ペタグラムと読み、千兆グラムのことである。1 Pg は十億トンを意味するので、文中の 20~30 PgC は 200~300 億トンの膨大な炭素(C)量を示している。

4. 土壌炭素量増減のメカニズムと、人間の管理で変えられること

(1) 投入される炭素

土壌炭素量の増減は、「土壌に投入される炭素の量(入力)」と「分解されて土壌から出て行く炭素の量(出力)」の差によって決まるので、条件次第で増減、いずれの可能性もある(図1)。以下に、その条件である主要な因子について解説する。

入力側の因子としては、まず、当然であるが投入される有機物の量が挙げられる。自然植生下では、植物体の枯死量がこれに相当するが、地上部の落葉や落枝だけではなく、地下部の根の枯死分や根から分泌される浸出有機物なども含まれる。農地では、地上部と地下部の成長量から収穫物など圃場外への持ち出し分を除いたものと、堆肥などの有機資材として投入される分の合計となる。投入量の次には、投入有機物の質、つまり分解しやすさの程度が挙げられる。

たとえば、有機物のC/N比(炭素と窒素の比)が大きいほど(つまり窒素に対して炭素の比率が大きいほど)、土壌中での分解は遅く、また、有機物がリグニンやセルロースなどの難分解性の成分を多く含むほど、分解が遅くなることなどが知られている。つまり、量だけではなく、有機物の質も重要ということになる。

(2) 出て行く炭素

一方、出力側の因子としては、まず、温度、土壌水分などの環境条件が挙げられる。たとえば、温度が高くなれば、土壌有機物の分解が速くなる。土壌の水分条件では、一般に、土壌が乾燥しすぎていても湿りすぎていても、有機物の分解

が遅くなり、微生物が有機物を分解するのにちょうど良い土壌水分状態があることが知られている。

また、土壌の基本的な理化学性も有機物の分解に影響を与える。たとえば、土壌の粒径組成では、一般に粘土質の土壌では砂質の土壌に比べて炭素含量が高いが、これは、微細な粒子である粘土が腐植と結合することによって、有機物が安定化し、微生物による分解を受けにくくなるためと考えられている。pHが極端に低い、あるいは高い土壌では、微生物の活動が抑制されるため、有機物の分解が遅くなる。さらに、耕起や不耕起などの人間による土壌管理方法の因子も挙げられる。たとえば、地上に落ちた作物残渣や土壌中に存在する根、投入された堆肥などの有機物資材を、土壌とよく混合する耕起は、土壌有機物の分解を速める効果があるといわれている。

(3) 農地の炭素増減

土壌炭素量は、地球温暖化などの自然的環境条件の変化によっても、土地利用変化や農法の変化などの人為的要因によっても変化するが、いずれも上記の因子により説明が可能である。たとえば、水田では稲作期間中に湛水(水田に水を張った状態)条件下に置かれることによって、有機物の分解が遅くなるため、気象や土壌の母材など他の条件が同じ場合は、畑よりも土壌炭素含量が高い。これは上記の因子のうち、土壌水分因子で説明できる。また、一般に、森林や草地などの自然植生に比べて、農地では、土壌炭素含量が低い。これは、農地では耕起により分解が速まることと、土壌に対する炭

素の投入量が一般に森林や草地に比べて少ないことで説明できる。

(4) 土壌炭素の増加策

土壌炭素量を増加させるためには、土壌にすき込む有機物(堆肥や緑肥など)の量を増やす管理、および、不耕起栽培に切り替えるなどして土壌有機物の分解を遅くする管理が有効である¹⁷⁾。図2は、その実例で、世界で最も古い長期連用試験(同じ畑で長期間継続した試験)として有名な英国のローザムステッド試験場のデータで、堆肥を施用した畑では時に土壌炭素が増加し続けていることを示して

いる³⁾。気候や土壌などの環境条件が同じ場所に設置された、管理が異なる処理区間の比較をすると、化学肥料に比べて堆肥を施用した場合に、土壌炭素量が多めに推移していることがわかる。これは、単純に、炭素の投入量が多いことによって、土壌炭素量が多くなったと理解できる。類似のものとして、堆肥以外にも、緑肥やカバー作物を作付けて、それをすき込んだり、多毛作によって、すき込まれる残渣量を増やしたり、残渣の発生量が多い作目を選んだり、といった農地管理方法が挙げられる⁴⁾。

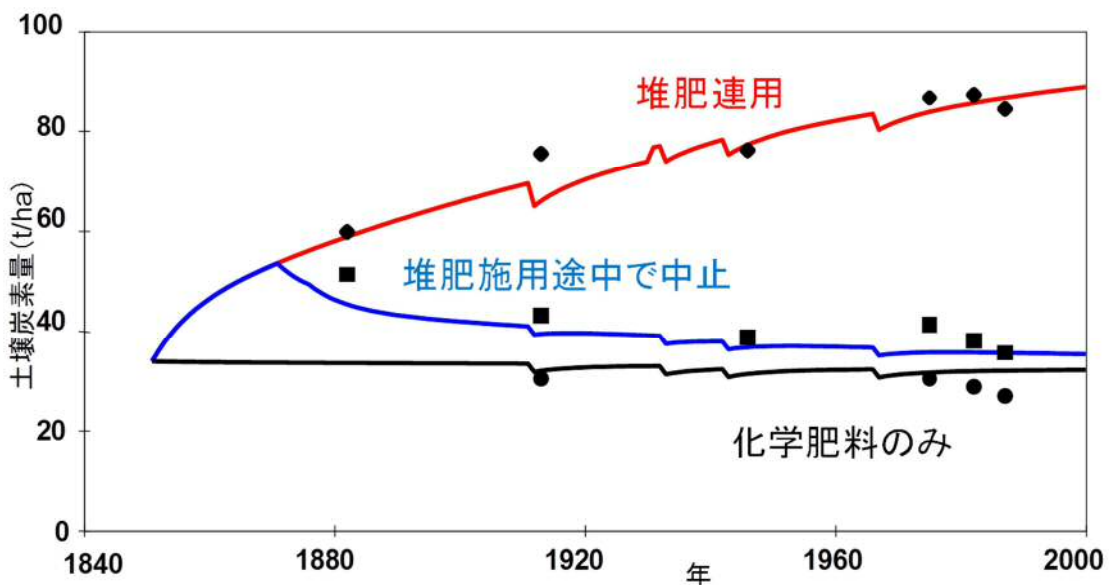


図2 英国ローザムステッド農業試験場の有名な長期連用試験の結果
(土壌炭素は、堆肥の施用で増加し、化学肥料のみでは横ばいになっている。
Coleman and Jenkinson の文献³⁾を改変。)

(5) 堆肥の施用と土壌炭素

堆肥の施用は、有機資源の有効利用という意義もある。特に日本のような家畜排泄物が多量に存在する状況ではその意義が大きい。ただしその際、適正な施用

量を超えて多量に施用すると、水質汚染や他の温室効果ガス(メタン、一酸化二窒素)などの発生、場合によっては土壌中の養分の偏りや重金属汚染などの様々な問題を招くことがあるので注意が必要

である。

また、もともと焼却などで廃棄していた排泄物を堆肥化に回して有効利用する場合には、それによって増加した農地土壌の炭素量を CO₂ の吸収としてカウントすることができるが、例えば、ある場所に堆肥を施用したことにより土壌炭素が増加した場合でも、その堆肥がそれ以前に別の場所で土壌に施用していたものだとすると、堆肥の施用場所が移動しただけで、大気 CO₂ を吸収したと考えることはできない。

このように、堆肥の施用には、「単なる堆肥の移動」になって CO₂ を吸収したとはみなされる場合があるので注意が必要である。これに対して緑肥やカバークロップの場合は、その場所で確かに大気 CO₂ を吸収して光合成を行うので、このような問題は考えなくてよい。

一方、投入を増やすのではなく、分解を遅くする農地管理方法の例としては、不耕起や省耕起栽培、すなわち、耕起による土壌のかく乱を少なくすることによって、土壌中の有機物の分解を遅らせる管理方法が代表的である^{10, 18)}。ただし、最近では、不耕起は必ずしも土壌炭素を増加させないとのデータも出されている^{1, 2, 20)}。

(6) 農地管理と炭素貯留

以上のように、土壌をめぐる炭素動態のメカニズムを理解することにより、上記のような農地管理方法が土壌炭素の増加、すなわち地球温暖化の緩和に有効であることが理解できる。また、気候条件など人間にはコントロールできないことと、農地の有機物管理などコントロール

できることの区別もつき、どのような管理が土壌の炭素貯留に有効なのかが理解できる。

ただし、有効性を定性的に理解できても、その効果すなわち土壌炭素の増加量を定量的に示すのは簡単ではない。なぜなら、同じ農地管理方法を適用した場合でも、その効果は、前述した多数の因子に影響されるため、場所ごとに異なってくるからである。

5. 土壌炭素動態のモデル化と将来予測や広域評価

(1) 炭素動態のモデル化

たとえば、ある農地である量の堆肥を毎年施用した場合、土壌炭素が何年後に、どの程度まで増加するのか、どのようにしたら予測できるだろうか。もっとも確実なのは、その場所で実際に堆肥を毎年投入する実験を行うことである。しかし、土壌炭素の変動は一般に緩慢なため、変動を実測により検出するには、長期間の観測が必要である。また、土壌炭素動態に影響する気候や土壌や農地管理方法などの組み合わせは多数になり、想定されるすべての組み合わせ条件下で、長期の圃場試験を行うのは不可能である。

そこで、「モデル化」という手法が有効になる。つまり、すべて実測しようとするのではなく、今までに圃場試験のデータなどから得られた結果から、土壌中の有機物の集積・分解過程に関わる主要な因子(たとえば温度、水分、粘土含量、農地管理方法など)に関する法則を導き出して一般化し、数式であらわした土壌炭素動態モデルを構築し、それを活用す

ることによって、未知の場所における土壌炭素量の変動を予測するというものである。

(2) モデルの活用と改良

世界では多数の土壌炭素動態モデルが提案されていて¹¹⁾、さまざまに活用されている。しかし、モデルのほとんどは欧米諸国で開発されたもので、高緯度の温帯地域にその適用例が偏っていて、熱帯地域や日本を含むアジアにおいてはモデルの開発も、既存のモデルの検証も遅れていた。欧米とは気象条件が異なり、さらに水田や黒ボク土など欧米とは異なる

土壌が重要な日本やアジアにおいて、精度良く適用できるモデルが求められていたため、日本の長期連用試験のデータを使ってモデルを検証、改良するという研究を行ってきた。

その結果、イギリスで開発されたローザムステッド・カーボン・モデル (Rothamsted Carbon Model: RothC)³⁾について、日本の農耕地の半分を占める水田土壌と、畑の半分を占める黒ボク土壌では、モデルの改良が必要となり、黒ボク土以外の畑土壌では改良なしで使えることが明らかとなった(図3)¹³⁾。

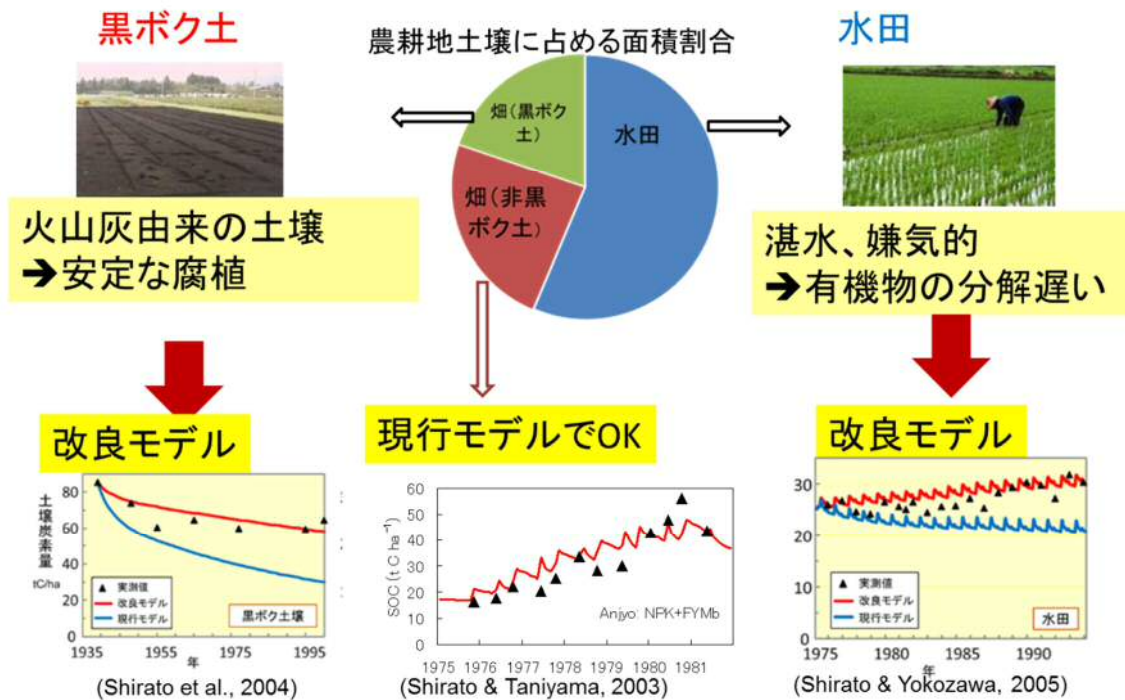


図3 RothCモデルの日本における検証と改良

このようにモデルを現実のデータで検証し、必要に応じて改良することによって、予測結果の信頼性が大きく向上し、人間が土壌管理を変えた場合や、温暖化

が進んで気候が変化した場合に、土壌炭素量がどのように変化するか、精度良く予測することが可能になった(図4)。こうして検証した RothC モデルを活用して、

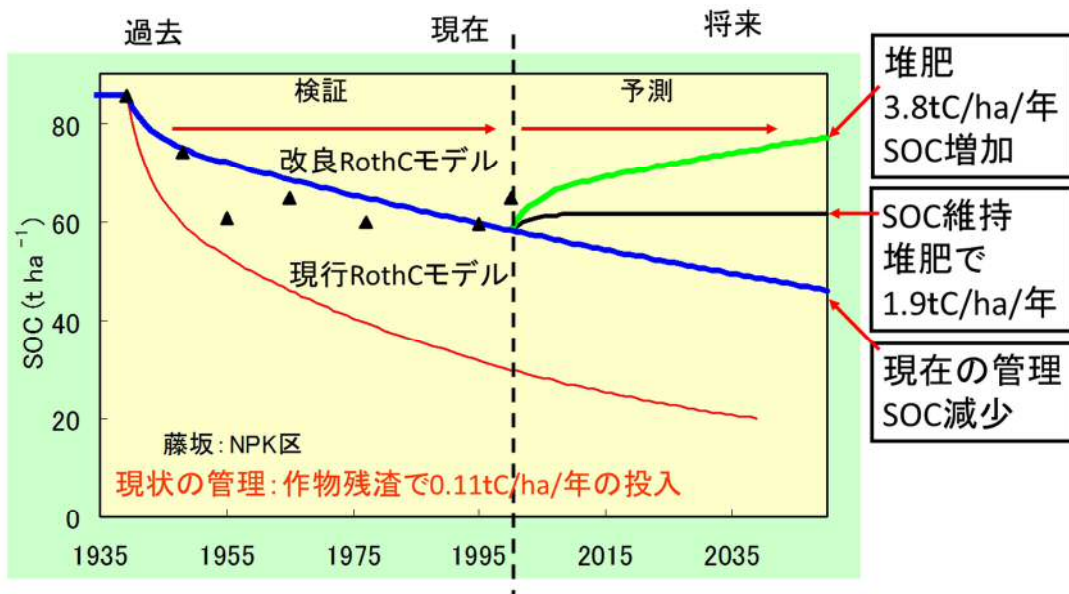


図4 モデルの検証と改良（過去から現在）に基づく将来予測の例（このままの管理だと土壤炭素（SOC）量が減少すること、今のSOCレベルを維持するには堆肥の施用が1.9tC/ha/年必要であることなどが予測できる。）

日本全国の土壤炭素の貯留ポテンシャルを推計する研究が進められていて、2015年からは日本国温室効果ガスインベントリ報告書（NIR）に採用された⁸⁾。これにより、農地の有機物管理を改善する取り組みが国全体で進めば、国連への報告の数字にも、その影響は反映されることになる。

6. 有機物投入の注意点：

総合評価の重要性とLCA

(1) 土壤炭素と温室効果ガスのトレードオフ

土壤への炭素貯留は、地球温暖化緩和と農地の生産力の維持増進の両方を達成できる良い方策であるが、留意点もある。

ひとつは、他の温室効果ガスとのトレードオフである。有機物の投入量を増やした時に、土壤炭素が増加したとしても、有機物の投入は一酸化二窒素（ N_2O ）の発生も増加させる可能性があり、水田においては、さらにメタン（ CH_4 ）の増加も考慮しなければならない。これら3つの温室効果ガス、すなわち CO_2 、 CH_4 、 N_2O は、それぞれのガスの地球温暖化係数（GWP: Global Warming Potential）を考慮して、全て CO_2 に換算して合計して比較できるので、そのような評価が必要となる。

(2) 化石燃料消費

さらに、土壤から出入りする温室効果ガスだけでなく、農業機械や資材（肥料、農薬、プラスチックマルチなど）の製造過程における化石燃料消費に伴う CO_2 の排出も勘定に入れる必要がある。たとえ

ば、「堆肥の施用」を例にとると、土壌の炭素が増加するとしても、堆肥の製造や運搬、散布などに土壌への炭素貯留効果以上のCO₂排出があっては意味がない。そこで、LCA(ライフサイクル・アセスメント)によって、「全体として、どうなのか」を評価することが有効になる。

(3) 環境負荷とのトレードオフ

また、他の環境負荷とのトレードオフにも留意する必要がある。たとえば、有機物の投入増加は、硝酸性窒素による地下水汚染や閉鎖性水域での富栄養化などを引き起こす場合もある。また、都市ゴミのコンポストなどには、重金属をはじめとする有害物質が付加されるなどの問題もある。同じ温室効果ガス同士であれば、上述したようにGWPを用いることによって、ひとつの物差しで総合評価が可能となるが、異なる種類の環境負荷を比較し、総合的に評価するには、評価手法の開発自体も大きな研究課題となる。

(4) 土壌炭素量の計算

前述した RothC モデルによる土壌炭素量の増減の計算を、web 上で簡単な操作で行えるツールを開発し、公開した(図5)。地図上の任意の地点をクリックすることでその場所の気象と土壌の情報が取得され、次に作物の種類と管理法をメニューから選ぶだけで、簡単に計算ができる。自分の農地でどんな管理をすれば何年後に土壌炭素がどれくらい増えるのか減るのか、簡単に試算できるので便利である。さらには、一酸化二窒素の発生量、水稲を選んだ場合のメタンの発生量、農業機械や資材に由来する化石燃料消費に伴うCO₂発生量も合わせて計算し、全てをGWPでCO₂換算して合計する機能も付いているので、自分の選んだ農法が総合的に見て地球温暖化にとってどうなのかを判断することもできる。このツールを活用して、自分の農産物の付加価値を高めるなどのために役立てていただけると幸いである。



<http://soilco2.dc.affrc.go.jp/>

図5 Web 上で簡単に土壌炭素の計算ができる土壌のCO₂吸収「見える化」サイト(地図をクリックし、作物と管理法をメニューから選ぶだけで簡単に計算ができる。)

7. 今後に向けて

(1) 地力の維持増進

これまで述べてきたように、近年の地球温暖化問題で土壌炭素自体が、CO₂の吸収源とも排出源ともなりうることが知られてきたため、どのようにすれば、より多くの炭素を土壌中に貯留させることができるか、という視点の研究がなされている。しかし、それはあくまで最近の話で、長い農業の歴史における土壌有機物の意義に比べれば、温暖化緩和に役立つという新たな土壌炭素の意義は、いわば「おまけ」のようなものといえる。農地は本来、食料の生産のためにあるもので、本末転倒になってはいけないうる。あくまでも、本来の持続的な農業生産のための地力の維持増進が主たるべきである。

(2) 有機物管理へのインセンティブ

そのうえで、これらの有機物管理の取り組みが、より広範に普及するためには、取り組みにインセンティブを与える、多様な方法が考えられる。ひとつは、政府による環境直接支払いなどの補助金で、日本でも農林水産省が行っている。さらには、クレジット・オフセット制度(Jクレジット制度：経済産業省サイト：<http://japancredit.go.jp/>)も、現在のところ広がりには限られているが動き出している。また、最近では自治体レベルで独自に認証システムを持つエコラベル(たとえば、京都府亀岡の「クールベジ」<http://coolvege.com/index.html>)など、政府ではなく民間企業のCSR(社会貢献)活動とも結び付けたような、多様な取り組みが始まっている。海外では、もちろんクリーン開発

メカニズム(CDM: Clean Development Mechanism)の活用が考えられる。

(3) COP21の意義

2015年末に国連気候変動枠組条約(UNFCCC)第21回締約国会議(COP21)がパリで開催され、2020年以降の新たな枠組みである「パリ協定」が決定された。内容としては、世界共通の長期目標として温度上昇を2℃以内に抑えることを目標とすること、主要排出国を含むすべての国が削減目標を5年ごとに提出・更新することなどが合意された。問題点は多いにせよ、アメリカや中国のような大きな排出国が入っていなかった京都議定書の問題点を、すべての国が入ることで解決しようとした意義は大きい。今後の実行が期待される。

(4) 4-per-1000 イニシアティブ

また、このCOP21に合わせてホスト国のフランスが「4 per 1000 イニシアチブ」(<http://www.cirad.fr/en/news/all-news-items/articles/2015/questions-a/climate-and-food-security-4-per-1000>)というプロジェクトについて、正式に開始を表明した。プロジェクトの内容は、土壌の炭素貯留を促進させることによって、温暖化緩和と持続的農業生産の両方を達成することであり、毎年4パーミル(‰:千分の一)、すなわち0.4%ずつ土壌炭素量を増加させれば、化石燃料消費による大気中CO₂濃度の上昇を阻止できる、という計算に基づいている。わが国からも農林水産省が代表として幹部を送り込み、このプロジェクトへの賛同を表明している。今後、土壌の炭素貯留の話題が、再びホットになるかもしれない。

畜産農家にとって家畜排泄物はゴミかもしれないが、それを農地に適切なかたちで施用することは、資源の有効利用、地力の維持増進、温暖化の緩和など、いくつもの良いことを生み出す。ぜひ、誇りを持って取り組んでいただきたい。

引用文献 (著編者のアルファベット順)

- 1) Angers D. A., Ericksen-Hamel N. S.: Full-inversion tillage and organic carbon distribution in soil profiles: A meta-analysis (反転耕うんした土壌断面における有機炭素の分布状態: メタ解析) . *Soil Science Society of America Journal*, **72**, 1370-0374 (2008) .
- 2) Blanco-Canqui H., Lal R.: No-tillage and soil-profile carbon sequestration: An on-farm assessment (不耕起栽培の土壌炭素隔離の土壌断面全体としての評価) . *Soil Science Society of America Journal*, **72**, 693-701 (2008) .
- 3) Coleman, K. and Jenkinson, D. S. (1996) RothC-26.3 – A model for the turnover of carbon in soil. In: Evaluation of Soil Organic Matter Models. Using Existing Long-Term Datasets (土壌における炭素循環モデル: 長期連用試験データを用いた土壌有機物モデルの評価) , Ed DS Powlson, P Smith, and JU Smith, p. 237–246, Springer, Berlin.
- 4) Ding G., Liu X., Herbert S., Novak J., Amarasiriwardena D., Xing B.: Effect of cover crop management on soil organic matter (被覆作物管理が土壌有機物に与える効果) , *Geoderma*, **130**, 229-239 (2006) .
- 5) 袴田共之, 波多野隆介, 木村真人, 高橋正通, 坂本一憲: 地球温暖化ガスの土壌生態系との関わり 1. 二酸化炭素と陸域生態系, *日本土壌肥科学雑誌*, **71**, 263-274 (2000) .
- 6) IPCC (2013) Climate Change 2013 (気候変動 2013) : The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp, doi:10.1017/CBO9781107415324.
- 7) 伊藤昭彦: 陸上生態系機能としての土壌有機炭素貯留とグローバル炭素循環 *日本生態学会誌*, **52**, 189-227 (2002) .
- 8) 国立環境研究所温室効果ガスインベントリオフィス編 (2016) 日本国温室効果ガスインベントリ報告書.
- 9) Lal R.: Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security (土壌の炭素隔離が地球気候変動と食糧確保に与える影響) , *Science*, **304**, 1623-1627 (2004) .
- 10) Manley J., Van Kooten G. C., Moeltner K., Johnson D. W.: Creating carbon offsets in agriculture through no-till cultivation: A meta-analysis of costs and carbon benefits (不耕起栽培によるカーボンオフセット: コストと炭素便益のメタ解析) , *Climatic Change*, **68**, 41-65 (2005) .
- 11) McGill, W. B.: Review and classification of

- ten soil organic matter (SOM) models (10 件の土壌有機物 (SOM) モデルの再検討と分類). In: *Evaluation of Soil Organic Matter Models*, Springer-Verlag Berlin, pp. 111-132. (1996).
- 12) Paustian K., Andren O., Janzen H. H., Lal R., Smith P., Tian G., Tiessen H., Van Noordwijk M., Woomer P. L.: Agricultural soils as a sink to mitigate CO₂ emissions (二酸化炭素の排出を低減するための吸収源となる農業用土壌), *Soil Use and Management*, **13**, 230-244 (1997).
- 13) 白戸康人: 日本およびタイの農耕地における土壌有機物動態モデルの検証と改良, 農業環境技術研究所報告, **24**, 23-94 (2006)
- 14) Shirato, Y. and I. Taniyama: Testing the suitability of the Rothamsted carbon model for long-term experiments on Japanese non-volcanic upland soils (日本の非黒ボク土畑土壌における長期連用試験を用いたローザムステッド・カーボン・モデルの検証). *Soil Sci. Plant Nutr.*, **49**, 921-925 (2003).
- 15) Shirato, Y., T. Hakamata and I. Taniyama: Modified Rothamsted carbon model for Andosols and its validation: Changing humus decomposition rate constant with pyrophosphate-extractable Al (黒ボク土に適用可能な改良ローザムステッド・カーボン・モデルとその検証: ピロリン酸塩可溶アルミニウム含量に応じて腐植成分の分解率を変えることによる改良). *Soil Sci. Plant Nutr.*, **50**, 149-158 (2004).
- 16) Shirato, Y. and Yokozawa, M.: Applying the Rothamsted Carbon Model for long-term experiments on Japanese paddy soils and modifying it by simple tuning of the decomposition rate (日本の長期連用水田土壌への RothC の適用と簡単な分解率の調整による改良). *Soil Science and Plant Nutrition*, **51**, 405-415 (2005).
- 17) Smith P., Martino Z.: Agriculture. In: *Climate Change 2007 (農業: 気候変動 2007) : Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, United kingdom and New York, NY, USA, pp. 497-540 (2007).
- 18) Smith P., Powlson D. S., Glending M. J., Smith J.: Preliminary estimates of the potential for carbon mitigation in European soils through no-till farming (ヨーロッパにおける不耕起栽培による土壌炭素貯留ポテンシャルの予備的推定), *Global Change Biology*, **4**, 679-685 (1998).
- 19) 田村憲司: 地球規模の炭素循環 陸上生態系における土壌有機炭素の動態, 環境科学会誌, **9**, 547-554 (1996).
- 20) West T. O., Post W. M.: Soil organic carbon sequestration rates by tillage and crop rotation: A global data analysis (耕うんと輪作による土壌有機炭素隔離速度: 地球規模のデータ解析). *Soil Science Society of America Journal*, **66**, 1930-1946 (2002).

長野県における畜産環境対策の現状と資源循環の取組み事例

長野県 農政部 園芸畜産課
主任

橋本 淳一

1. 長野県の概要

長野県は、本州内陸部に位置する県であり、令制国名の信濃国に因み「信州」とも呼ばれる。東西約128km、南北約220km、面積13,562.23km²、周囲8県に隣接する東西に短く南北に長い地形である。日本アルプスをはじめとした大規模な山岳地があり、第18回冬季オリンピックの開催地でもある。県庁所在地の長野市をはじめとして、松本市、佐久市、上田市、諏訪市、伊那市、飯田市等が産業の中心都市として発達している(図1)。



図1 長野県の位置と大きさ

平成28年3月現在の県民数は209万1,984人で世帯数は81万8,068世帯である。次に県内総生産額は、7兆6,863億円(2012年調査)であり、就業率も58.9%と高い。また、日本一の長寿県であることから高齢者の就業率も26.7%と高い(平成22.10時点)。

県内の耕地面積は1,110km²で全国14位である(2011年調査)。本県は南北が長いために地域ごとの農作物に特色があり、りんご、レタスをはじめとして、きのこや花卉などの栽培も盛んである。

2. 長野県の畜産の現状

長野県の畜産生産額は平成26・27年の時点で、肉用牛、乳用牛、豚、鶏の順であり、農家戸数も同様の順となっている。約20年前の平成7年と比較すると農家戸数は、全畜種で約1/4と大きく減少しているが、飼養頭羽数は約半分、生産額は7~8割でとどまっており、農家の大規模化が進んでいる(表1)。

表1 平成26・27年度の長野県の畜産農家戸数・飼養頭羽数・生産額

	戸数(対H7)	飼養頭羽数(対H7)	生産額(対H7)
乳用牛(H27)	363戸(27%)	16,600頭(46%)	75億円(82%)
肉用牛(H27)	481戸(24%)	23,000頭(47%)	120億円(65%)
養豚(H26)	82戸(23%)	74,300頭(57%)	54億円(73%)
採卵鶏(H26)	30戸(33%)	802千羽(58%)	20億円(69%)
ブロイラー(H26)	19戸(-)	697千羽(-)	22億円(96%)

農業センサス2010によると、長野県の畜産業の従事者数は計1,431人であり、このうち65歳以上の従事者は酪農では約4割、肉用牛では約5割以上であり、担い手が高齢化している(表2)。

表2 長野県の畜産従事者数

畜種・センサス年	従事者数(人)	65歳以下(人)	65歳以上(人)
酪農	2005年	1,138	471[41%]
	2010年	796	307[39%]
肉用牛	2005年	580	315[54%]
	2010年	460	271[59%]
養豚	2005年	156	56[36%]
	2010年	104	39[38%]
養鶏	2005年	93	30[32%]
	2010年	71	21[30%]
合計	2005年	1,967	872[44%]
	2010年	1,431	638[45%]

長野県では農業全般への新規就農者数が増加傾向にあるのに対して、畜産への就農者の割合は減少している。このことは、若者が畜産業に対してネガティブイメージを持っていることや、巨額な初期投資が必要であることなどが原因と考えられ、イメージの改善や収益性の向上等に対する一層の支援が必要であると考えられる(表3)。

3. 畜産環境対策

(1) 家畜排せつ物の利用の促進を図るための長野県計画の策定

畜産経営の大規模化や、混住化の進展等により、地域環境に関する周辺住民等への配慮や臭気の低減対策、汚水の浄化処理対策等への対応が課題となっており、これらの課題の解決が畜産経営の継続のためにも必要な状況となっている。

こうした中、平成28年3月、長野県で

は平成37年度を目標とした「家畜排せつ物の利用の促進を図るための長野県計画」を策定した。本計画では、県、市町村、農業関係団体、畜産農家、耕種農家等の関係者が家畜排せつ物の利用の促進を図るため一体となって取組み、計画的に推進することがうたわれている。

表3 畜産新規就農者数

(40歳未満:長野県農村振興課調べ)

年度	畜産(人)	農業全般(人)	畜産割合(%)
H18年	20	154	13
H19年	13	135	13
H20年	15	175	9
H21年	18	178	10
H22年	11	190	6
H23年	11	211	5
H24年	8	246	3
H25年	5	245	2
H26年	13	253	5

(2) 家畜排せつ物処理施設の整備状況

家畜排せつ物法は平成16年11月に完全施行され、原則的に野積みや素掘りが禁止された。補助事業やリース事業を活用した施設整備が進み、長野県では管理基準対象農家すべてが対応済みとなっている。恒久施設化率=94.3%(610/647戸)(表4)。

表4 家畜排せつ物処理施設整備状況

管理基準を遵守するための主たる対策		農家数(戸)	
対応済農家	管理施設	施設整備対応	610
		簡易対応	30
		小計	640
	その他の方法	ほ場への直接敷布	6
		周年放牧	0
		その他	1
小計	7		
未対応農家		0	
合計(管理基準適用農家)		647	

(3) 畜産に関する苦情

平成27年度の畜産に関する苦情発生件数は豚14件をはじめとして、乳用牛、肉用牛の順で計32件であった(表5)。

表5 平成27年度苦情発生件数

	悪臭	水質	害虫	その他	合計
乳用牛	6	1	0	4	11
肉用牛	3	0	0	1	4
豚	8	1	2	3	14
採卵鶏	0	0	1	0	1
肉用鶏	1	0	0	0	1
その他	0	0	0	1	1
合計	18	2	3	9	32
(比率)	56.3%	6.3%	9.4%	28.1%	100.0%

苦情内容では悪臭が半分をしめ、混住化の進展により悪臭が苦情となりやすい傾向であると推察される。平成24年4月より、悪臭防止法の規制地域・規制基準を指定する権限が県から市に移譲された。それに伴い、規制方式を従来の「物質濃度規制」から、「臭気指数規制」へ変更する市が増えており、長野県でも松本市(H15.9)、須坂市(H26.4)、大町市(H26.10)、安曇野市(H27.10)等で導入している。

(4) 現地支援チーム

長野県では平成19年4月、家畜排せつ物に係わる現地支援チームに、臭気対策の機能を付加した「家畜排せつ物及び臭気対策等支援チーム」を設置した。これらのチームは、家畜排せつ物と臭気に関する問題の改善に向けた技術的対策や合意形成等、総合的な視点から畜産農家の支援にあたることとし、概ね2年に一度は全畜産農家への巡回を実施している。

◆現地支援チームの構成

地方事務所(主管)、農業改良普及センター、家畜保健衛生所、市町村、農協等

◆現地支援チームの活動内容

◇家畜排せつ物に関すること

◇臭気等環境対策に関すること

家畜排せつ物の管理の適正化に関する支援・相談、啓発活動、堆肥の利用促進に関する支援、問題改善に向けた技術対策に関する支援、経営状況にあった施設整備方法の助言、地域との関係改善に向けた支援

4. 食品循環資源・エコフィード取組み事例～信州eループ事業協同組合と神農素の取組み～

食品残さについては、可能な限りその発生を抑制する努力が必要であるが、発生した残さについては可能な限りリサイクルをする必要がある。

食品リサイクル法では、食品残さのうち有用なものを「食品循環資源」と呼び、食品製造業者、食品小売業者、外食事業者等の食品関連事業者から発生する食品循環資源について、リサイクル(飼料化、肥料化等)を実施すること等を促進することとしており、中でも、エコフィードとしての利用(食品循環資源の飼料化)は、食品リサイクル法において優先順位の高いリサイクル手法として位置付けられている。

長野県内にはエコフィードを利用した養豚農家が複数存在する。今回は、長野県内の食品製造業者と養豚業者が手を結び、食品リサイクルループを作り出して

いる信州 e ループ事業協同組合とその組合員である有限会社神農素の事例を紹介する。

(1) 信州 e ループ事業協同組合

信州 e ループ事業協同組合は『排出を抑制し、かつ資源として有効利用できるシステムを構築し、「モッタイナイ」と「環境」に貢献する』ことを目指し、平成 19 年に設立された。地域の中で関係する異業種の事業者と連携を図りながら食品循環資源活用事業に取り組んでいる。

組合が取り組む「食品循環資源活用事業」は、食の循環利用を促進するとともに、環境保護や食の安全性確保に関する

普及啓発、食品副産物・余剰品の排出抑制や食品循環資源の利用などの取組みを推進することを目標としている。

組合には養豚、そば、パン、菓子、みそ、ハム、肥料、廃棄物処理等の 21 社が組合員として参加している(図 2)。

*eloop とは、「e」=ecology(環境・生態)、eat(食べる)、energy resources(エネルギー資源)、earth(地球)のそれぞれの頭文字をとってすべてを loop(環)とすることにより環境保護と資源循環を進めていくことを目指した造語。

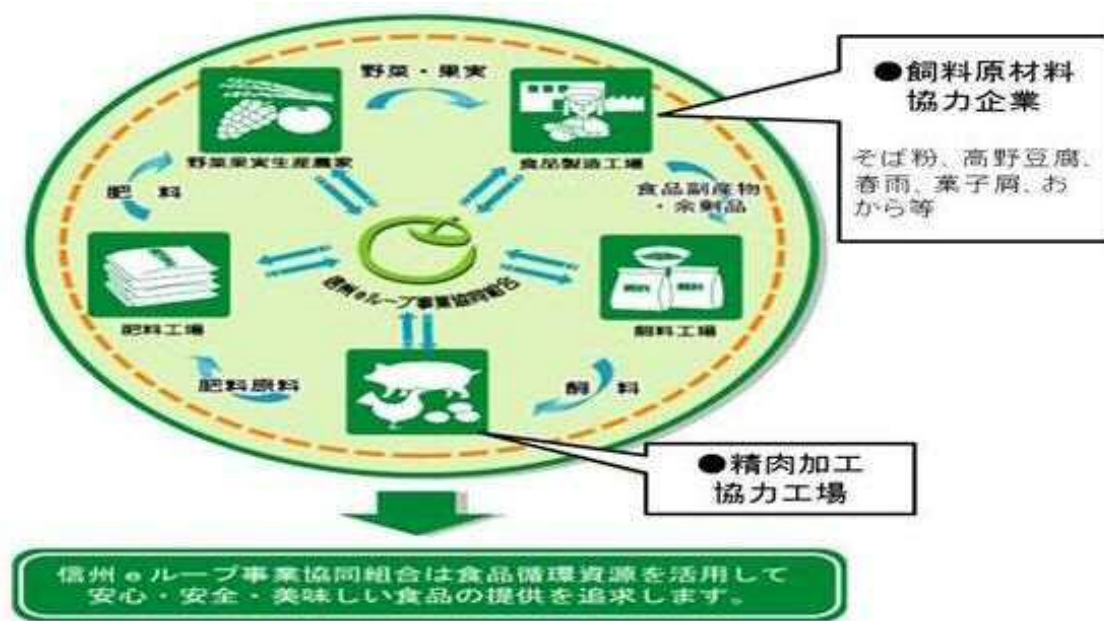


図2 信州 e ループ事業協同組合の食品資源循環イメージ図

(2) 神農素のエコフィードと堆肥化の取組み

有限会社神農素は信州 e ループ事業協同組合の中核をなす養豚業者であり、その経営規模は母豚 60 頭、種豚 4 頭、肥育

豚 1000 頭(母・種・肥育豚頭数は平成 28.4 時点)、飼料製造 5 t / 日(平成 22 年時点)である。神農素の母体は浄化槽等を取扱う建設業であり、もともと環境保全に対する関心が高く、平成 13 年からは地元で

利用されていた酵母菌を活用して規格外品等の食品廃棄物を発酵させ、エコフィード飼料として利用する研究を開始。平成17年には再生利用産業廃棄処分量の指定業者認可を受け、平成18年からは廃業した養豚団地を譲り受け、エコフィードを活用した養豚業を開始した。

神農素では畜産業の営みについて肉豚生産と流通を動脈、ふん尿処理を静脈と位置付け、それぞれが滞りなく循環することが肝要としている。(写真1)



写真1 神農素豚舎内

◆発酵飼料の製造と養豚経営

発酵飼料の製造については組合に加入する食品製造会社等から規格外品の提供を受ける。搬入されるものはそば粉や高野豆腐、春雨、菓子屑、おから等その時によって量も品質も変わるため、搬入物の成分表を添付してもらい、それを元にその都度、飼料設計し製造している。

飼料給与は育成段階毎に分けてエコフィードとして製造したものを給与し、肥育された豚は「紅酔豚(くれないすいとん)」の銘柄で販売している。紅酔豚は全国中小企業団体中央会の助成を受け、牛と同じようにトレーサビリティシステムを構築・運用している。信州eループ事

業協同組合のホームページ(<http://elooop.jp/index.html>)から閲覧でき、購入した豚の飼料が食品残さの出荷・運搬、飼料の製造、豚への給与、出荷までの情報の追跡ができるようになっている(図3)。



図3 紅酔豚の個体番号検索システム

◆未利用資源を活用した堆肥生産

神農素が位置する中野市は全国一位を誇るキノコの産地である。このため、コーンコブをはじめとした菌廃床が多く排出されている。神農素ではこれらを引取り、堆肥化の際の水分調整材として利用している。

菌廃床も含んだ堆肥は地元の巨峰・リンゴ・梨等の果樹農家で肥料として利用されている。また、アスパラガス栽培農家でも利用され、神農素堆肥を利用した農家の収穫量は地域平均を上回る成績をあげているとのことである。

◆地元の果樹農家ニーズに沿った堆肥生産

豚舎のふん尿処理は踏込式で、敷料としてはプレナー屑(鉋屑)、オガクズ、モミガラを用いている。

豚舎内である程度発酵した敷料をかき出し、堆肥舎で月4回の切返し作業を約3か月行い、堆肥生産を行っている(図4)。

神農素の豚ふん堆肥の成分は一般のものと大きく異なっている。一般の豚ふん堆肥成分は(財)畜産環境整備機構の全国

調査(平均)によると全窒素3.5%、全リン酸5.6%、全加里2.7%であるのに対し神農素の豚ふん堆肥は全窒素1.6%、全リン酸1.6%、全加里1.2%と著しく低くな

っている。肥料効果より土壌改良効果を求める果樹農家にとって神農素の豚ふん堆肥はニーズにあっていると考えられる。

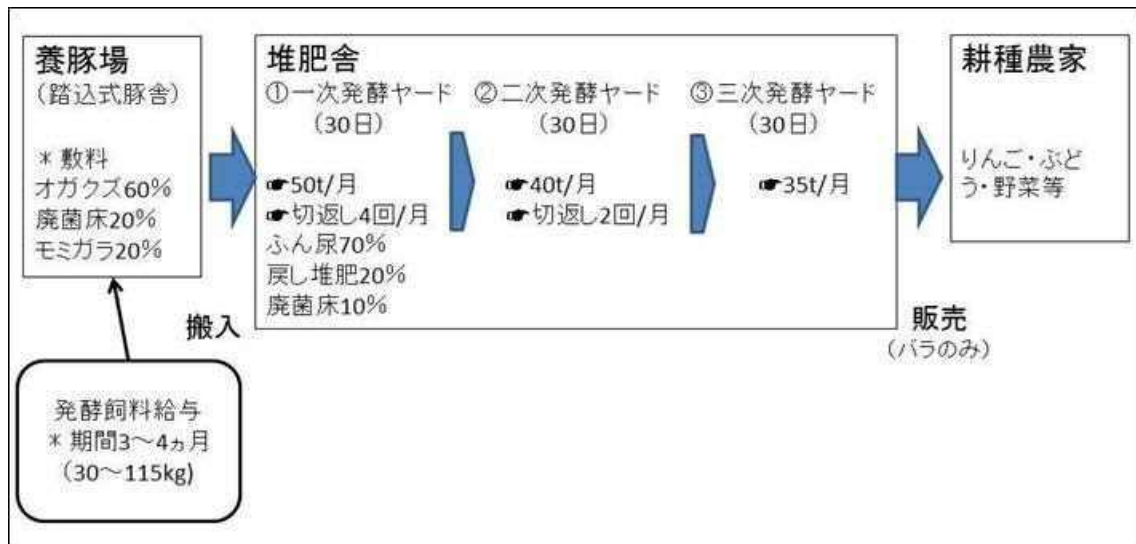


図4 (有)神農素における家畜排せつ物の処理と利活用

5. おわりに

長野県は3つのアルプス(北・中央・南)をはじめとした数々の名峰を有する県であり、全体的に標高は高く、貴重な動植物も見られる。このため、登山客をはじめとして多くの観光客が訪れる観光県となっている(図5)。

一方で、畜産環境面は混住化が進み、住民からの苦情、特に悪臭への対応が課題となっている。今後は、周辺住民と共存共栄できる畜産環境の実現を目指すとともに、観光地と協調した六次産業化の進展や、県の特産品である果樹や野菜農家等と協力した資源循環を目指す必要があると考えている。



図5 長野県のPRキャラクター「アルクマ」
 ©長野県アルクマ

新潟県の畜産と畜産環境対策について

新潟県 農林水産部 畜産課
経営係 主任

村山 剛

1. 新潟県の概要

新潟県は、本州の日本海沿岸に位置し、県境を朝日山地、越後山脈、妙高山などの山々に囲まれています(図1)。また、信濃川や阿賀野川など数多くの河川が日本海に流れ、越後平野、高田平野などの広大で肥沃な平野を形成しています。面積は、12,584 km²で全国第5位となっており、その大半は森林が占めていますが、次いで農地が1,720 km²(13.7%)あり、全国でも有数の農業生産県です。



図1 新潟県の位置

位となっており、「コシヒカリ」に代表される「新潟米」は全国に出荷され高い評価を受けています(表1)。

野菜については、海岸に広がる砂丘地から山間高冷地までの特色ある立地条件を活かして、えだまめ、なす、すいかなどの多様な品目が栽培され、県内はもとより全国各地に出荷されています。

表1 新潟県の農業産出額

農業産出額(平成26年)		単位: 億円	
区分	産出額	構成比	
農業	2,448	100.0%	
耕種	1,913	78.1%	
米	1,296	52.9%	
野菜	383	15.6%	
果実	88	3.6%	
花き	96	3.9%	
その他	50	2.0%	
畜産	534	21.8%	100.0%
肉用牛	28	1.1%	5.2%
乳用牛	66	2.7%	12.4%
豚	146	6.0%	27.3%
鶏	294	12.0%	55.1%
その他	1	0.0%	0.2%
加工農産物	1	0.0%	

資料: 農林水産省「生産農業所得統計」

2. 新潟県の農業

県の農業産出額の52.9%を米が占め、収穫量及び農業産出額のいずれも全国第1

果樹、花卉についても栽培が盛んに行われており、洋なしの出荷量は、1,800トンで全国第2位となっています。また、チューリップやユリの切り花・球根、アザレアなどの花木でも全国有数の生産量を有しています。

3. 新潟県の畜産

新潟県の畜産の産出額は、534億円で県の農業産出額の約20%を占め、米に次ぎ園芸と並ぶ本県農業の主要部門を担っています。

畜種別では、鶏が294億円と畜産の産出額の55%を占め、豚が146億円で27%と続き、中小家畜が畜産の産出額の82%を占めています。

飼養農家戸数は、小規模な農家を中心に高齢化等により減少傾向が続いていますが、飼養頭羽数は乳用牛を除き、ほぼ横這いとなっています(表2、図2)。

表2 主要家畜の飼養状況

飼養戸数・頭羽数(H27.2.1現在) 単位: 戸・頭・千羽

区分	戸数	頭羽数	平均規模	頭羽数 全国順位
肉用牛	243	11,800	48.6	36位
乳用牛	230	8,050	35.0	26位
豚	127	179,100	1,410.2	17位
採卵鶏	51	5,403	105.9	7位
ブロイラー	13	532	40.9	30位

資料: 農林水産省「畜産統計」(豚・鶏はH26.2.1)

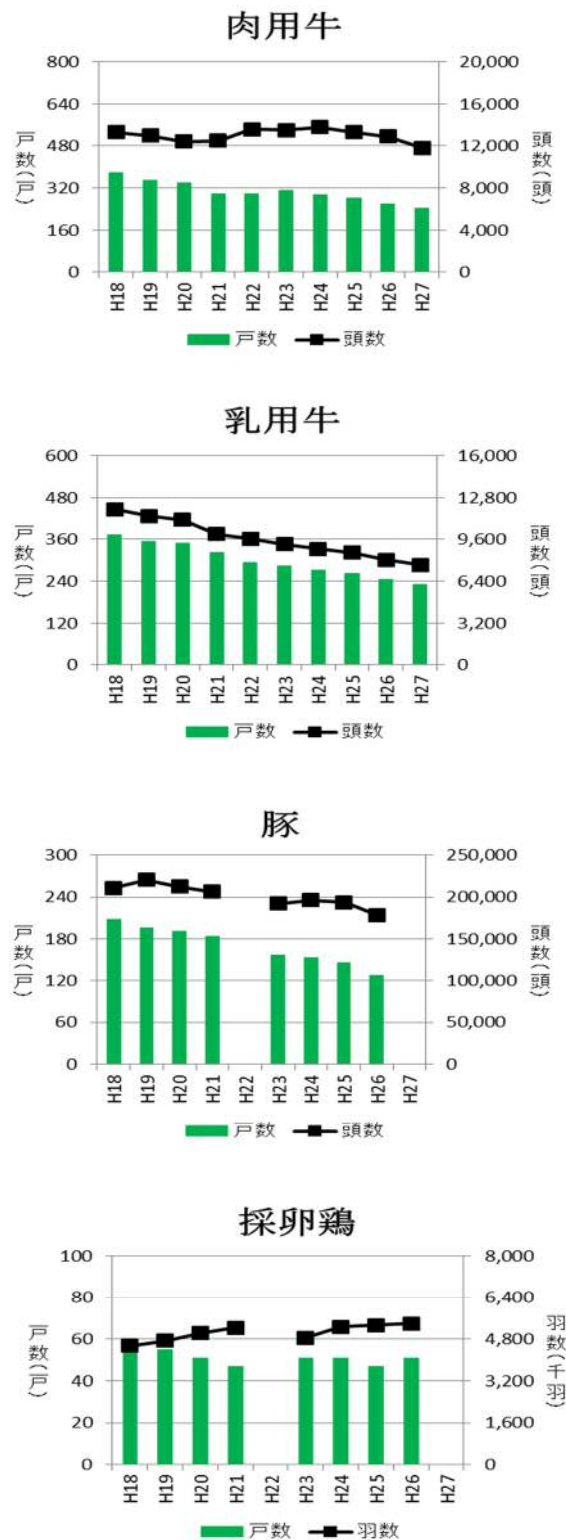


図2 主要家畜の飼養頭羽数と農家戸数の推移

4. 畜産環境を巡る現状と課題

(1) 家畜排せつ物の処理状況

平成 11 年に施行された「家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律」を受け、県では、関係者と一体となって畜産環境保全に関する取組を推進してきており、法に基づく管理基準は県内全ての畜産農家で遵守されています。

県内の家畜排せつ物の発生量は、年間

1,002 千トンと推定され、このうち 795 千トンが堆肥化・肥料化によって農地に還元され、残りの 207 千トンが浄化や焼却によって処理されています（表 3）。

畜種別にみると、乳用牛、肉用牛及び採卵鶏経営では大半が堆肥・肥料化に仕向けられており、養豚経営では尿の浄化処理が多く、ブロイラー経営では焼却処理が多くなっています。

表 3 家畜排せつ物の処理状況（平成 26 年）

（単位：千トン）

畜種	処理対象量			
		堆肥化 肥料化	浄化	焼却
乳用牛	152	148	4	
肉用牛	118	118		
豚	416	224	192	
採卵鶏	301	298		3
ブロイラー	15	7		8
計	1,002	795	196	11

資料：県畜産課

(2) 畜産環境問題の発生状況

畜産経営に起因する環境問題の発生件数は、畜産農家の減少により年々減少しています。苦情の種類は、悪臭関係が最も多く、平成 27 年度では苦情全体の

87.5%を占めています（表 4）。今後、環境規制の強化や混住化の進展が想定されることから、畜産経営の継続にはこれまで以上に臭気対策を強化することが重要になっています。

表 4 畜産関係苦情の発生状況

年度	水質	悪臭	害虫	水質 悪臭	水質 害虫	悪臭 害虫	水質 悪臭 害虫	その他	計
23年度	1	24	-	3	1	1	-	4	34
24年度	4	24	2	3	-	1	-	3	37
25年度	5	28	1	3	-	-	-	-	37
26年度	3	18	1	5	-	2	0	1	30
27年度	1	15	2	5	-	1	-	-	24

資料：県畜産課

5. 新潟県の畜産環境対策

県では、国が公表した「家畜排せつ物

の利用の促進を図るための基本方針 (平成 27 年 3 月)」を受け、平成 28 年 3 月に「家畜排せつ物の利用の促進を図るための県計画」を変更し、家畜排せつ物の堆肥化の推進、耕畜連携の推進、畜産環境

問題への対応を進めることとしています。

特に、畜産環境問題への対応については、畜産関係苦情の大半が悪臭であることから、臭気対策指導を重点的に実施し、畜産経営の地域環境との調和を図ることとしています (図 3)。

畜産経営の臭気対策

～臭気発生量の把握とその対策～

臭気の発生状況を的確に把握し効果的な対策を実施しましょう！



臭気発生量の把握方法

- 1 どの場所から、どれくらいの強さで、臭気が発生しているかを把握します**
全体の臭気発生量、ニオイセンサーを持って施設ごとに臭気指数を測定します。

15 <small>牛舎</small>	25 <small>鶏舎</small>
畜舎A 18	
畜舎B 23	
- 2 測定した臭気指数から施設ごとの臭気発生量を求めます**
【施設が自然換気の場合のみ計算】
臭気指数から臭気濃度へ変換し、以下の式により、施設ごとの発生量を求めます。
臭気発生量 = 臭気濃度 × 施設面積

32 × 50 (m ²) <small>牛舎</small>	316 × 150 (m ²) <small>鶏舎</small>
畜舎A 63 × 250 (m ²)	
畜舎B 200 × 250 (m ²)	
- 3 施設全体に占める施設ごとの臭気発生割合を求めます**
施設ごとの臭気発生量を合算し、施設全体の臭気発生量を求め、施設全体に占める施設ごとの臭気発生割合を求めます。

1% <small>牛舎</small>	41% <small>鶏舎</small>
畜舎A 14%	
畜舎B 44%	
- 4 対策の実施**
発生割合の高い場所から対策を検討し、実行します。同じ程度の発生割合でも臭気が強く面積が小さい施設ほど努力やコストの面で対策しやすく、逆に、臭気は弱いが高齢が大きい施設では努力やコストの面で対策が難しくなります。

目次

- 悪臭の規制 1
- 臭気対策の基本 2
- 臭気発生量の把握方法 3
- 臭気対策事例の紹介 5

新潟県農林水産部畜産課

図 3 臭気対策指導マニュアル (抜粋)

6. 最後に

当県においては、野積み、素掘り等の不適正処理はなくなりましたが、これからの畜産振興には、従来にも増して畜産環境保全に対する取り組みが求められて

います。今後とも畜産環境対策の的確な実施により、畜産経営における支援を進め、地域と調和した畜産経営の確立を図っていきます。

発行人	原田 英男
発行年月日	平成 28 年 6 月 10 日
発行	一般財団法人 畜産環境整備機構 〒105-0001 東京都港区虎ノ門 5-12-1 ワイコービル 2F TEL 03-3459-6300 (代) FAX 03-3459-6315 ホームページ http://www.leio.or.jp/



一般財団法人 畜産環境整備機構
〒105-0001 東京都港区虎ノ門5-12-1 ワイコービル2階
TEL. 03-3459-6300(代)
FAX. 03-3459-6315