

7. 乳牛ふん尿処理の現状と課題

原 令 幸

北海道立中央農業試験場農業機械部, 夕張郡長沼町東6線北15号 〒069-13

1. 畜産公害と苦情

最近, 環境面からふん尿処理問題が注目されており, この背景としてふん尿を肥料として利用する価値の低下, 量の増加による取り扱いの煩わしさ, 処理施設や機械の不十分さ, 未解決技術の多さなどの諸問題が考えられる。

農林水産省畜産局の調査¹⁾によれば, 畜産に係わる苦情発生件数は1973年の11,676件をピークに1993年度は2,861件と減少傾向にある。しかし, 農家戸数も大幅に減少しており, 1戸当りの苦情件数が逆に増加している家畜も見られ, 依然として解決すべき主要な問題である。苦情内容は水質や悪臭関係が大半を占め, 家畜別に見ると水質関係では豚>乳用牛>肉用牛, 悪臭関係では豚>乳用牛>鶏, 害虫関係では鶏>乳用牛>豚の順となっている(表1)。

北海道では都府県と比べると苦情件数は少ない。苦情内容も悪臭関係は少ないが, 水質関係, 特に海や河川, 地下水などへの汚染が指摘され, 徐々にその件数が増加しはじめている。また, 北海道漁業団体公害対策本部では酪農地帯を中心に河川, 湖沼の水質検査を行っており, その調査結果では

汚染の広がりが指摘されている。ふん尿による汚染は貯蔵施設の不備や容量不足による流出や不適切な時期の散布などが主な原因と考えられる。ふん尿問題を解決するには, 家畜の飼養技術, 牛舎を含めたふん尿処理施設, 堆肥化・運搬・散布などの処理技術, 草地や畑地など圃場への利用技術, 傾斜地・湿地・飛び地などの圃場整備や立地条件の改善, 経費や労力などの諸問題をひとつずつ解きほぐすことから始まると考えられる。

2. 家畜頭数とふん尿量

ふん尿問題の原因の1つは家畜頭数の急激な増加である。北海道における乳牛の飼養頭数は, 1965年の32万頭から1994年の91万頭, 肉牛は1.4万頭から42万頭へと急激に増加している。農家1戸当りの飼養頭数も, 乳牛は6.4頭から72.5頭へと11倍の増加, 肉牛は2.9頭から89頭へと30倍の増加を示し, 30年間で急速な規模拡大が進んでいる。これに伴い, 農家が処理すべきふん尿量も増加し, 飼養頭数が100頭の酪農家は年間2,000トンのふん尿を処理することが必要となっている(表2)。

都府県と異なり北海道は耕地面積が広く, ふん

表1 畜産経営に起因する苦情発生件数(1993)

区分	水質汚濁関係		悪臭関係		害虫関係		その他		苦情合計		家畜合計	
	件数	割合 (%)	件数	割合 (%)	件数	割合 (%)	件数	割合 (%)	件数	割合 (%)	件数	割合 (%)
豚	550	47.0	725	40.8	30	10.4	23	20.0	1328	39.6	1055	36.9
鶏	103	8.8	361	20.3	187	64.9	24	20.9	675	20.1	631	22.1
乳用牛	374	32.0	508	28.6	38	13.2	43	37.4	963	28.7	836	29.2
肉用牛	124	10.6	147	8.3	21	7.3	12	10.4	304	9.1	264	9.2
その他	19	1.6	36	2.0	12	4.2	13	11.3	80	2.4	75	2.6
計	1170	100.0	1777	100.0	288	100.0	115	100.0	3350	100.0	2861	100.0
構成比	34.9		53.0		8.6		3.4					

注1 苦情内容別発生件数は, 苦情内容が相互に重複している場合を含む。

2 その他は, 騒音等が主体であるもの。

3 平成6年度家畜ふん尿利用研究会資料, 1994

表 2 草地面積と家畜頭数の推移 (北海道)

年次	草地面積 (ha)	収量 (t/ha)	収穫量 (千ton)	乳牛頭数 (頭)	戸数 (戸)	肉牛頭数 (頭)	戸数 (戸)
1960	62700			182810	63690	2.9	3290
1965	215500	22.8	4911	317690	49630	6.4	13690
1970	327700	22.8	10613	489200	39290	12.5	34580
1975	492200	31.5	15501	614760	27380	22.5	125460
1980	540400	31.7	17109	751640	21400	35.1	205530
1985	551300	34.1	18808	807000	17400	46.4	245000
1990	569100	36.3	20675	847400	15000	56.5	289800
1994	583200	34.8	20281	913100	12600	72.5	415700

尿問題はないと言われてきた。牛の頭数増加に伴い、草地面積も22万haから58万haへと2.6倍の増加を示している。牛1頭当りの草地面積は0.65haから0.44haへと30年間で少しずつ減少しているものの、依然北海道は豊かな草地に立脚した畜産が営まれており、ふん尿を肥料として草地に利用することは理にかなっている。美齋津²⁾の資料から、1992年度のha当りの窒素量(以下N量)を計算し、図1に示した。家畜ふん尿全量(乳牛、肉牛、豚、鶏)を全耕地(水田、畑地、草地)に散布した場合、ha当りのN量は北海道平均で60kg、支庁別に見ても50~150kg程度である。

牛の粗飼料として、とうもろこしや牧草が生産されており、1992年度のサイレージ用とうもろこしの面積と生産量は4万ha、200万t、牧草は58

万ha、200万tである。粗飼料の生産基盤は草地であり、以下草地を中心に述べることにする。乳牛のふん尿のみを草地に散布した場合、N量は概ね100kg以下であり、ふん尿を肥料として草地に散布しても再生産に支障がないと考えられる。しかし、乳牛と肉牛を合計したふん尿を草地に散布した場合、N量が100kg/haを越える支庁が増加し、十勝支庁では散布量の上限と考えられている200kg/haを越え始めている。これは肉牛1頭当りの草地面積が少ないことが理由の1つと考えられる。肉牛をはじめ、豚、鶏などの施設型畜産では飼養頭数が増加するとふん尿の土地還元には限界があり、処理方法の検討が必要となっている。

また、牛は十勝、網走、根室、釧路、宗谷支庁に集中しており、N量が多い十勝支庁について市

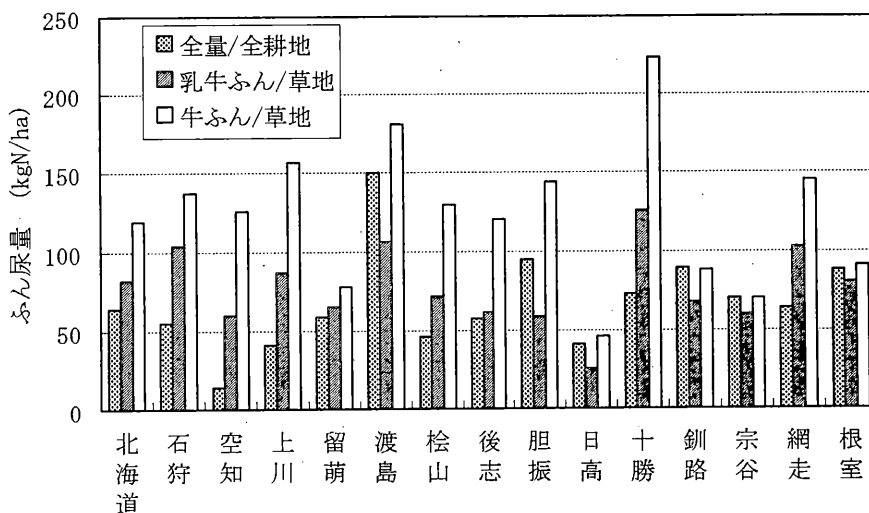


図 1 北海道における支庁別ふん尿量 (1992)

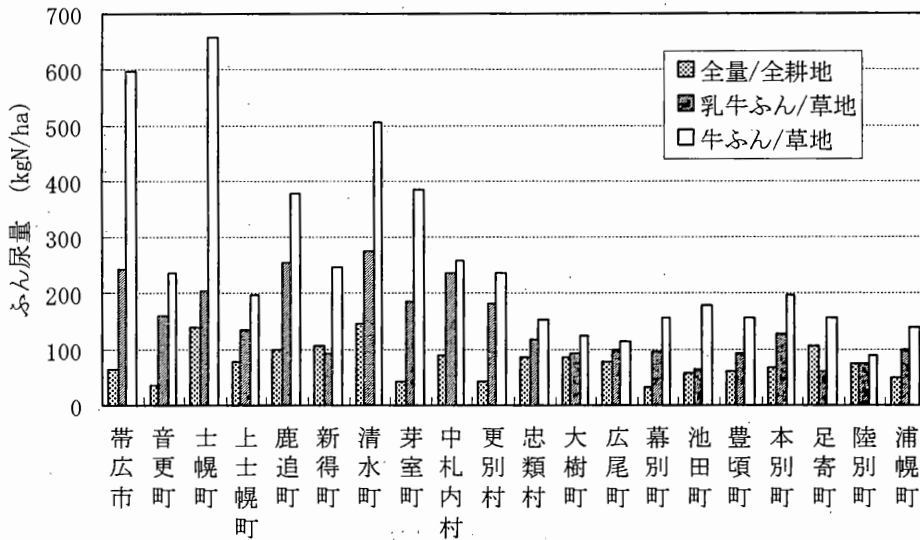


図2 十勝支庁管内の市町村別ふん尿量

町村別にN量を検討してみると(図2), 飼養頭数の多い市町村では乳牛ふん/草地のN量が上限と考えられている200kg/haを越えている。また, 乳牛と肉牛のふん尿の合計を草地に散布するとすれば, その量が更に増加し500kg/haを越える市町村も見られる。しかし, 家畜全てのふん尿を全ての耕地に均一に散布すると仮定すれば, 大半の市町村のN量は100kg/ha以下となり, 地域全体でのふん尿を利用すればふん尿の過剰問題はないと考えられる。つまり, 地域内の畑作や野菜作など草地以外への利用や家畜の少ない水田地帯など他の地域への流通などの検討が必要であろう。

3. ふん尿施設

頭数増加に見合ったふん尿処理施設が増設されていない, あるいは貯蔵施設などの能力が不足しているなど施設の不備もふん尿問題の一因であるとの指摘がある。「堆肥盤面積や尿溜容量がどの程度装備されているのか」, ふん尿処理施設の調査は十勝, 宗谷支庁などで行われているが, 全道的な調査は不十分である。根釧農試³⁾が1992年度, 中標津町計根別で比較的施設が装備されていると考えられるつなぎ飼い牛舎を中心にふん尿処理施

設の調査を行っており, 調査件数は少ないが, その結果を図3に示した。

バークリナーから排出される堆肥盤に貯蔵する場合, 乳牛(成牛)の1日当りのふん量を40kg, 貯蔵期間を6ヶ月, 高さ1mに積むとすると, 堆肥盤面積は約7㎡/頭が必要である。調査では1頭当りの堆肥盤面積は2~24㎡で, ほぼ半数の農家は7㎡/頭以上であり, 20㎡/頭以上の広い堆肥盤を有する農家も見られた。しかし, 実際は降雨によりふん水分が多くなるため, ふんを高く堆積できない, また切返しを考えるとさらに広い堆肥盤が必要であろう。貯蔵環境を考えると雨水の侵入がなく, 排汁を回収できる堆肥舎がより望ましい。尿溜では尿排泄量を20kg/日・頭, 貯蔵期間を6ヶ月とすると最低3.6㎡/頭の容量が必要である。尿溜容量が不足している農家がほとんどで, また飼養頭数が増加すると1頭当りの容量は減少する傾向を示している。つまり, 堆肥盤では頭数増に伴い増設が行われているが, 尿溜の増設はほとんど行われていないと考えられる。尿は流れやすいため環境汚染につながりやすく, 堆肥盤よりむしろ尿溜の増設が緊急と考えられる。

スラリー処理では, 乳牛の飼養頭数を100頭,

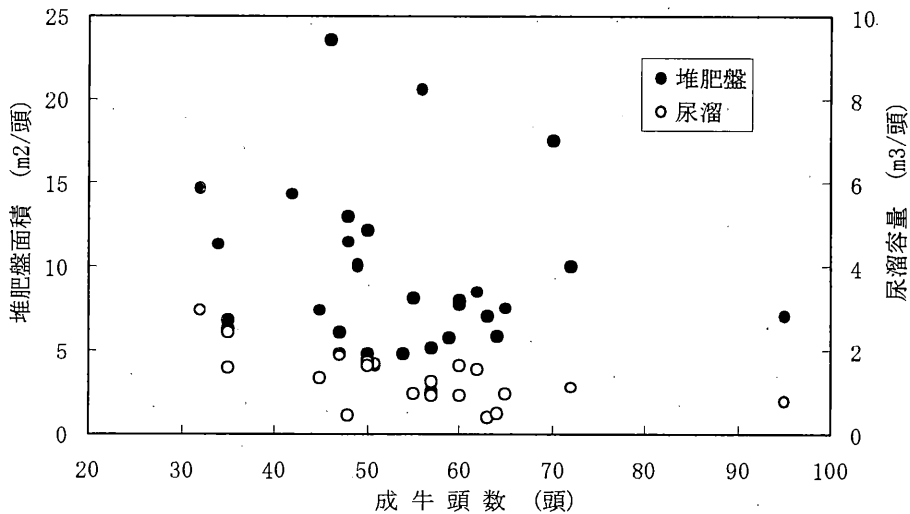


図3 つなぎ飼い牛舎における堆肥盤面積と尿溜容量

ふん尿量を60kg/日、貯留日数を6ヶ月と仮定すると、貯留スラリー量は1,080トンとなる。容量6トンのスラリースプレッダでは延べ170台となる。1日に20台程度散布すれば、9日間で散布作業は終了する。しかしスクラム沈殿物の攪拌処理、降雨、飛び地など運搬距離、傾斜地などの圃場条件を考慮すると、実際の散布日数はさらに長くなる。全量を貯留し、雨水などが混入すると予想以上の量となり、安価で環境汚染がなく管理しやすいスラリー貯蔵施設、大量運搬・散布システムや散布労力の軽減対策も大きな研究課題である。

4. 堆肥発酵処理

つなぎ飼い方式で敷料を容易に多く入手できる場合、バーククリーナの尿溝で尿とふんの分離を行い、堆肥化を行うのが最も安価な処理法と考えられる。堆肥化とは好気性微生物により、ふん尿中のでん粉、蛋白質、脂肪、繊維など分解させ、悪臭がなく、取り扱い易く変化させることである。家畜ふん尿には好気性微生物が必要とする栄養分を含んでいるが、乳牛のふん尿は水分が高く、そのままでは発酵しない。堆肥発酵はふん尿の条件、つまり水分と酸素の条件が整えば発酵が始まる。堆肥化が進まない要因として、原料の種類や水分、有機物含量、C/N比、pH、空隙量、材料温度、

酸素濃度、もどし量、発酵槽、保温、切り返しなどが考えられる。実際は敷料の利用量が少ないため、良好な堆肥発酵は困難な状況にある。また、現状の堆肥盤は価格が安く取り扱いも簡単であるが、降雨によるふん水分の上昇による発酵の遅れと排汁の流出を招いている。このため、水分の上昇を防ぐことがまず第1歩で、価格は堆肥盤より高いが、排汁の回収や太陽熱利用ができ、雨水混入を防止できる堆肥舎の建設が必要であろう。これを契機に尿溝の改善、尿溜などの整備が付随して改善されるとふん尿処理技術や労力が活かされる基盤ができる。

堆肥発酵を促進させるためには、ふんの水分を75%以下まで低下させることが必要である。乳牛のふん水分を80%、ふん量を40kg/日・頭、麦稈などの敷料の水分を15%と仮定すると、水分75%まで低下させるには、1日1頭当たり約3.6kgの敷料が必要である。1992年度、中標津町計根別の調査結果³⁾から、敷料の利用状況を図4に示したが、利用量が多い農家でも3kg以下であり、大半の農家は必要量の半量以下である。この程度の敷料量では円滑な堆肥発酵は不可能と考えられ、敷料利用量の増加が必要であろう。

敷料として、品質の悪い乾草、麦稈など農産物のわらや林産副産物のオガクズなどが使用されて

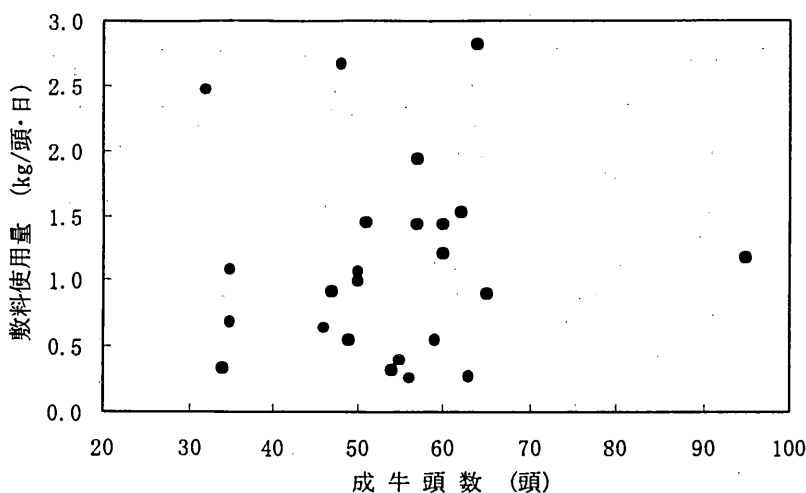


図4 つなぎ飼い牛舎における敷料使用量

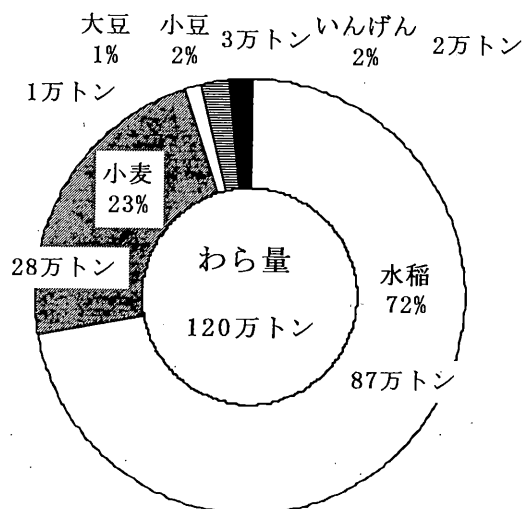


図5 北海道に農産物のわら量 (1992)

いる。農家が敷料として利用している乾草量は不明であるため、ここでは論じないが、敷料として利用可能と思われる農産物のわら量を作物生産量より計算し、その結果を図5、表3に示した。

農産物のわらのうち、稲、麦、豆などのわらは敷料として利用可能と考えられ、北海道におけるその総量は120万トン程度である。全体の72%を占める稲わらのうち、種子生産で「はさがけ」した稲わらは収集が容易で水分が低く敷料に適しているが、畳など他の分野に利用されている。水稻収穫期は降雨が多く圃場が軟弱となるため、収集

は人力に負うところが多い。このため、大部分の稲わらは水田に放置され、ほとんど収集されていない。大豆、小豆、いんげんなどの豆殻は水分が低く敷料利用が可能と考えられるが、生産量が少なくかつ茎が固いためそのままでは利用不可能である。

敷料として最も多く利用されているのは麦稈で、その量は約28万t程度であるが、全量を敷料として利用できない。つまり、コンバイン収穫では小麦は高さ30cm程度で刈り取られるため、この高さ以下の麦稈は圃場に残される。モータで30cm以下

表3 北海道における農産物のわら量 (1992)

	水稻 (ton)	小麦 (ton)	大豆 (ton)	小豆 (ton)	いんげん (ton)	合計 (ton)	麦稈 1) (ton)
北海道	866,148	277,963	13,348	26,792	20,521	1,204,771	194,574
石狩	77,933	19,140	1,477	2,442	182	101,174	13,398
空知	397,290	22,173	1,388	3,329	100	424,281	15,521
上川	203,777	20,865	2,906	5,424	1,168	234,140	14,606
留萌	25,961	793	333	453	89	27,630	555
渡島	24,625	186	106	336	9	25,261	130
桧山	17,102	430	1,155	1,102	7	19,796	301
後志	39,248	2,984	612	2,887	49	45,779	2,088
胆振	28,837	4,605	1,138	1,642	1,487	37,709	3,223
日高	20,680	456	73	347	3	21,559	319
十勝	1,308	121,904	3,814	10,726	15,020	152,771	85,333
釧路	0	982	0	0	0	982	688
宗谷	0	0	0	0	0	0	0
網走	14,910	83,511	354	707	2,395	101,876	58,457
根室	0	0	0	0	0	0	0
割合 %	71.9	23.1	1.1	2.2	1.7	100.0	

注1 利用率を70%として計算。

の立毛状態の麦稈を刈り取り、収集量を増加させている例も見られるが一部であり、また収集を行わない農家もいるため、麦稈の利用率は大きく見積もっても70%程度と考えられる。

麦稈の利用率を70%程度とすると、利用可能量は十勝支庁8.5万トン、網走支庁5.8万トンとこの2支庁で全体の70%強を占め、石狩、空知、上川支庁が各々1.5万トン弱である。十勝、網走支庁ではその量が多いものの乳牛の飼養頭数も多いため、麦稈の利用可能量は1頭1日当たり1kg以下であり、比較利用可能な麦稈が多いのは石狩、空

知支庁のみとなっている(図6)。

家畜の敷料として農産物のわら以外に木材の加工場から産出される林産副産物のうち、樹皮(バーク)、おがくず、チップダストなどが利用されている。北海道林務部の資料⁴⁾によると、1991年度の林産副産物のおがくずなどの生産量は実材積換算で樹皮56万m³、のこくず38万m³、チップダスト5万m³、総生産量は約100万m³である。また、総生産量はほぼ一定の水準で経過しており、今後生産量が増加する可能性は少ない。

林産副産物は燃料、敷料、堆肥生産、きのこ培

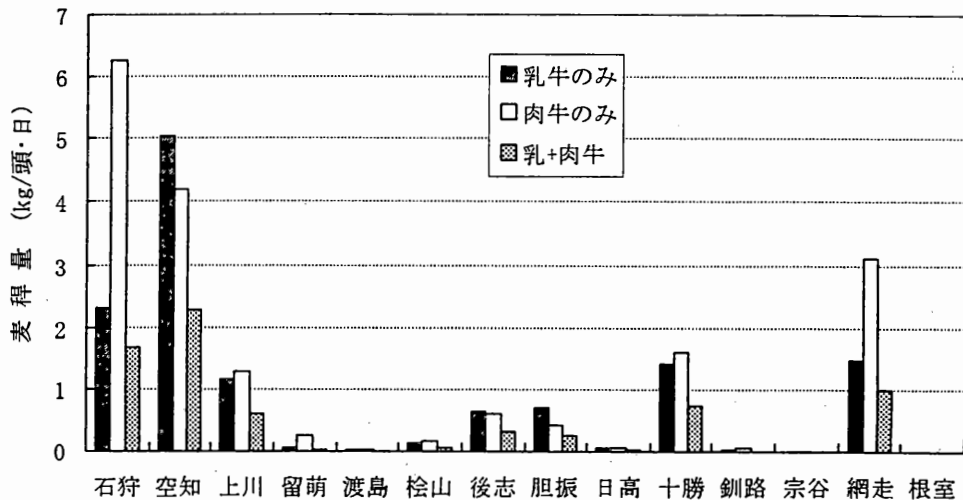


図6 北海道における1日1頭当たりの利用可能麦稈量 (1992)

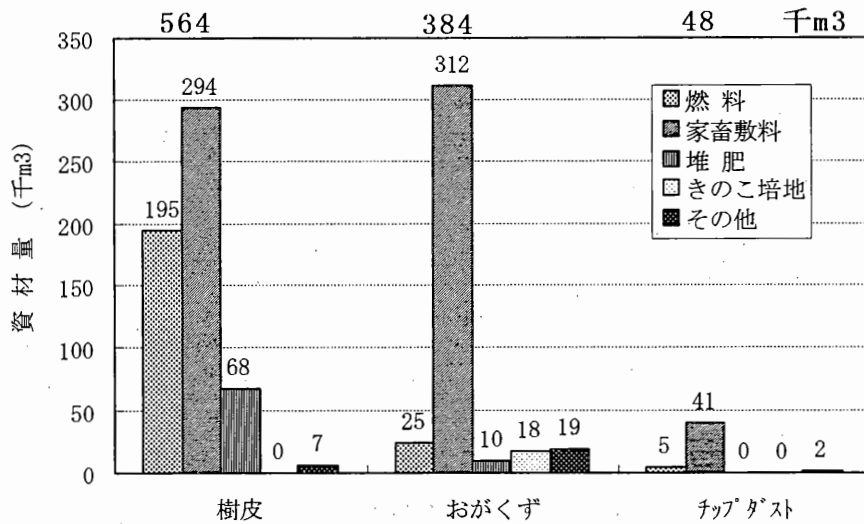


図7 林産副産物の種類別利用量

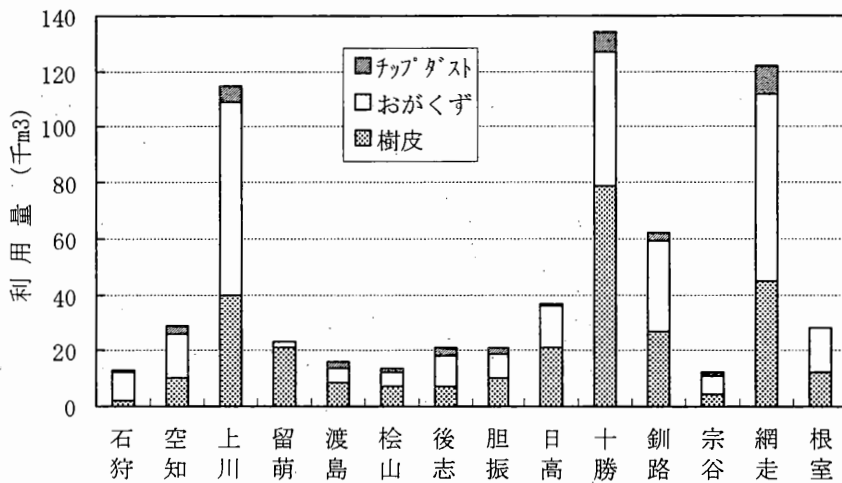


図8 支庁別林産副産物の敷料利用量

地などに利用されている。1991年度、北海道における副産物を種類別に敷料への利用量および利用率を見てみると、樹皮は29万m³、52%、おがくずは31万m³、81%、チップダストは4万m³、85%であり、おがくず、チップダストの敷料利用率が高い(図7)。

林産副産物も支庁毎にその生産量が異なり、支庁別に敷料としての利用されている副産物量を図8に示した。1991年度、北海道における利用量は上川、十勝、網走支庁が12万m³強、釧路支庁は6万m³と4支庁で全体の約65%を占め、その他の支庁では2万m³程度と少ない。

畜舎内で敷料として多く利用されているおがくずを例にとり、1991年度の1日1頭当りの利用量を図9に示した。乳肉牛に利用する場合、1頭1日当りの利用量は北海道平均で約0.4kgである。飼養頭数の多い支庁別に検討してみると、網走は北海道平均の1.5倍と多いものの、十勝、釧路では平均の70%、根室、宗谷では北海道平均の1/3程度となっている。飼養頭数の少ない空知、上川、後志、日高支庁などでは平均を上回っている。

重量約300kgの麦稈ロールペールは、農家渡しで1個7,000円程度で取り引きされている。麦稈の生産量は生育状態や収穫時期の天候などにより、

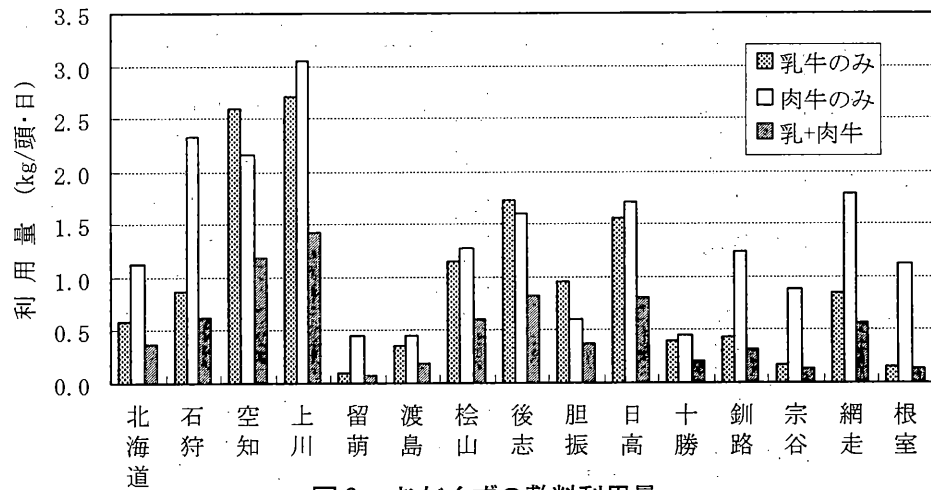


図9 おがくずの敷料利用量

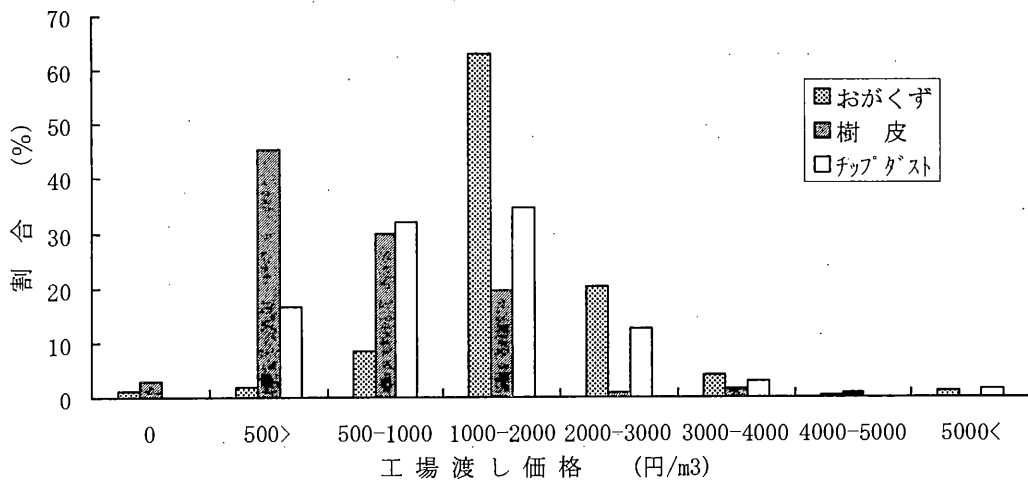


図10 敷料に利用される林産副産物の種類別価格

かなり不安定な状況にある。このため、ベール価格は生産量、地域条件や売買条件により価格変動も大きい。

林産副産物もまた地域や取引条件により価格が異なっており、1991年度1 m³当りの価格は樹皮では500～2,000円/m³の範囲にあるが、未加工では700円程度、加工品では1,500～2,000円となっている。おがくずは500～3,000円の範囲にあるが概ね2000円程度、チップダストはおがくずよりやや安く、1,500円程度で取り引きされているものと考えられる。この価格は工場渡し価格で、実際には工場での積み込みや運搬の費用などが加算される(図10)。

麦稈の林産副産物のおがくずなど利用可能と考えられる全ての資材を敷料に利用したとき、敷料量はどの程度見込めるのか、まとめて図11に示した。集計値は麦稈は1992年度、林産副産物は1991年度の数値を使用している。堆肥化に必要な量を1日1頭当たり、3.6kgとすると、この条件を満たしているのは空知支庁のみで、その他の地域はかなり不足しており、敷料を利用した堆肥化を行うことが困難な状況であると言えよう。農家個々の立地条件は異なるが、豊富に敷料を使用できる農家は少ないと考えられ、大半の農家は敷料使用量の増加は困難と考えられる。このため、乾草の敷料への転用利用をはじめ、敷料の細断など現有

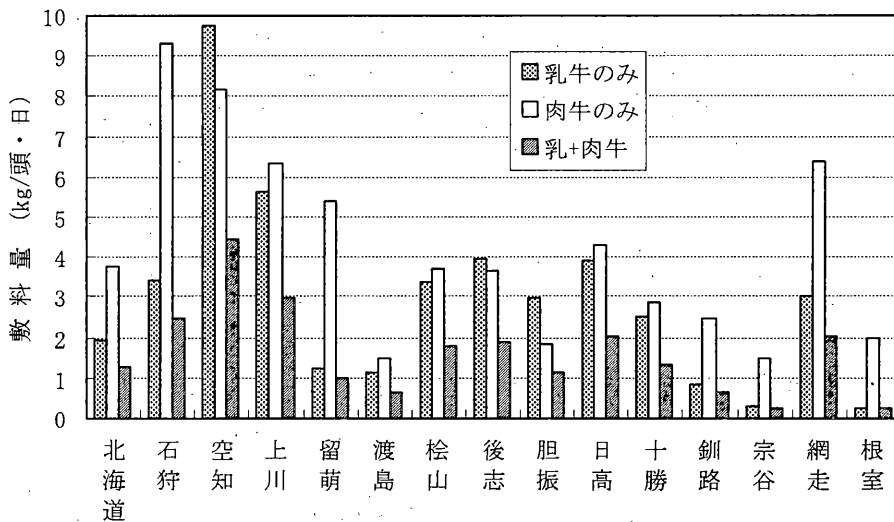


図11 1頭1日当りの敷料利用量

資材の利用率の向上, 新たな資材確保の研究, また将来は「もどし堆肥」の敷料への利用法の検討も必要であろう。その他, 堆肥舎など処理施設の改善, 固液分離方式の検討など, 堆肥発酵の促進には多くの課題が残されている。

5. スラリー処理

自然流下式やスラット牛舎, フリーストールやつなぎ飼方式など牛舎や飼養管理方式の如何を問わず敷料が少ないあるいは使用しない場合, ふん尿は液状のスラリー処理が行われている。スラリーは固形物と同様, 曝気などにより発酵処理を行えば「液状堆肥」として利用でき, 雑草種子の死滅, 悪臭の防止と取り扱い性が向上する。液状ふん尿の発酵は基本的には固形物と同じであるが, 有機物, 水分, 酸素, 温度条件が満たされなくてはならない。

スラリーの発酵は好気発酵(曝気処理)と嫌気発酵(メタン発酵)に大別される。嫌気発酵はアンモニアなど揮散による大気汚染が少ない, バイオマス燃料が得られるなどの利点があるが, 施設費や運転経費が高価, 北海道などの寒地では温度管理が必要などの欠点がある。好気発酵はアンモニアなどの揮散防止や曝気時の悪臭防止が必要で

あるが, 経費が安く維持管理が容易である。

曝気は酸素を水中に効率的の溶存させればよく, 曝気方式は表面曝気と水中曝気がある。曝気機は散気式エアレータ, 垂直軸エアレータ, 機械式水中攪拌・ポンプ循環式エアレータなどがあり, 曝気効率(固形物割合, 泡の滞留時間や大きさ, 槽サイズや深さなどにより異なるが, 最低1 kgO₂/kWh程度は必要であろう。

北大の松田⁵⁾は容量1.3kgの試験槽で曝気試験を行い, 溶存酸素飽和率(以下DO飽和率)は固形物濃度(以下TS濃度)が低いほど短時間で高くなり, また酸化還元電位(以下ORP)もTS濃度が低いほど上昇が速やかであるとの結論が得ている。またTS濃度毎の最大DO飽和率は, 豚のふん尿が最も高く, 次いで牛ふんで, 鶏のふんは曝気が困難であることを明らかにしている(図12, 13)。

根釧農試では乳牛スラリーの固液分離液を使用し曝気試験を行っている⁶⁾。曝気槽は1辺の長さが3.5mのコンクリート製で, 液量は15トン, 液深1.2m, TS濃度は4%, 運転条件は15分通気-45分停止で通気量は3 m³/h・m³, 曝気機は水中攪拌曝気機, 比動力247W/m³液量である。冬期

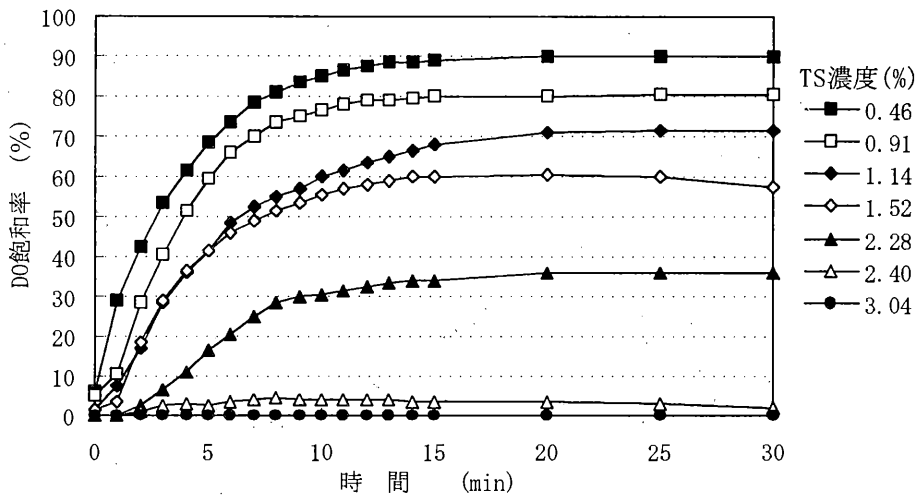


図12 牛ふんににおけるDO飽和率の経時変化

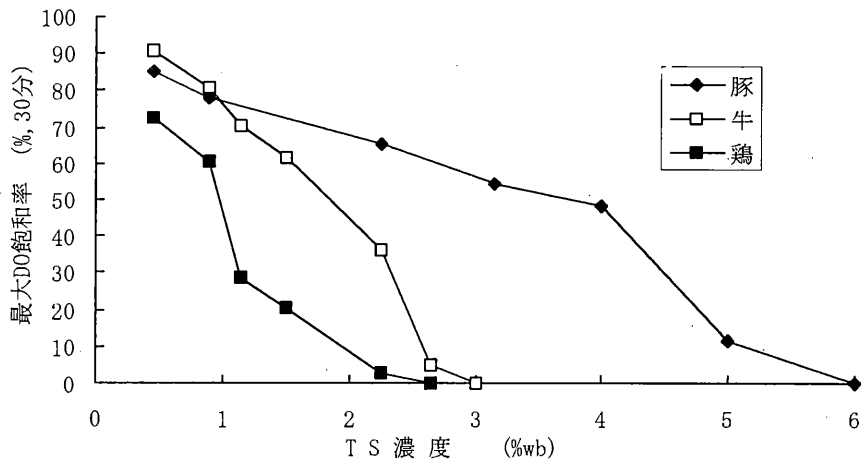


図13 各スラリーのTS濃度と最大DO飽和率の関係

間の試験で曝気効率などは良くない。また、底から50、100cmの高さの液温は20℃と低く、pH、電気伝導率(以下EC)、DOは大きな変化が認められないが、約30日後にはTSの減少、ORPは負から正に転じ、冬期間で温度の低い条件でも曝気が可能との結論を得ている(図14、15)。

一般に曝気できるTS濃度の上限は6~8%程度といわれている。TS濃度が1~4%程度と低い時の曝気試験例は多いが、濃度の高いふん尿では少ない。また農家で利用されている曝気機の比動力は10~30W/m³液量程度が多いが、TS濃度と曝気・攪拌動力との関係などは未検討である。また攪拌のための流速、曝気時間の長さ、終了時

の有機物分解率、揮散するアンモニアなどの捕捉装置、悪臭が発生するまでの貯蔵日数などもまた未検討である。曝気後のスラリーを圃場に散布したとき、土壌や作物への効果についても検討が必要である。

曝気槽は概ね2週間程度貯留できる容量が曝気機の動力を小さくでき、また地下に設置することなどにより保温や発酵熱の放熱を防止しやすい。しかし、容量が少ないと大型貯留槽への搬送方法を考慮しないと労力負担が増加する。大型貯留槽はコンクリートやスチールのスラリーストア、ラグーンなどが建設されている。価格や取扱性などに問題点を抱えており、建設費が安価で流亡がな

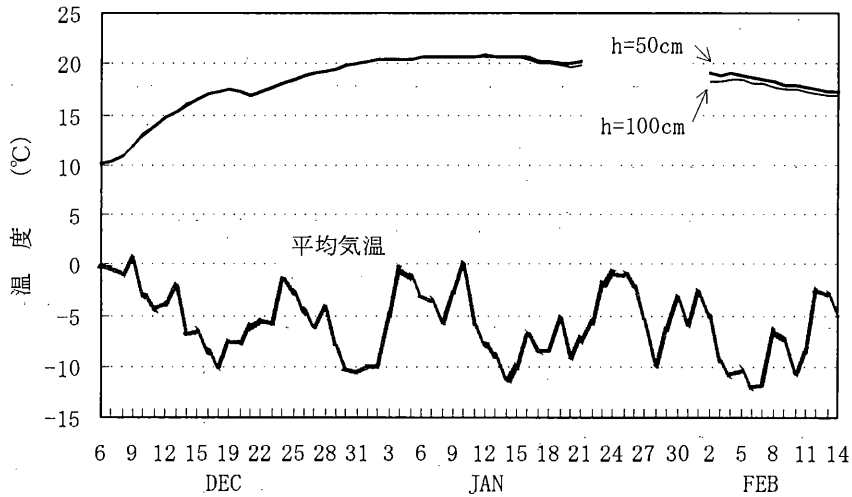


図14 曝気槽内の温度経過

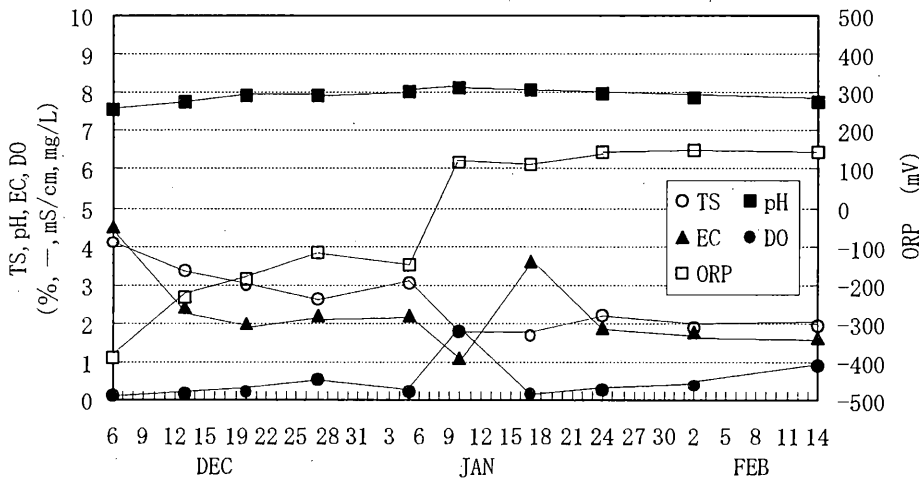


図15 曝気中のスラリー性状の変化

く、スカムや沈殿物処理機能を持った大型貯留槽が求められている。スラリー処理には曝気のは是非論をはじめ、曝気の効果、曝気方式と施設構造、スラリーに混入した敷料の取り扱い方法、作物や土壌への影響など未検討の課題が極めて多い。

6. 固液分離

最近、北海道でもふんの固形物を分離するローラプレス式やベルトスクリーン式の固液分離機が利用され始め、40台程度（1994）が導入されている。都府県では自然流下式で敷料がほとんど混入されていないふん尿を対象にローラプレス式やベルトスクリーン式の固液分離機が利用されている

が毎時処理量が少ない。固液分離機は古くから利用が試みられたが広く普及するに至らなかった。この原因として、①機械・設備が高価であった、②処理量が少なかった、③敷料などの処理がうまくいかなかった、④耐久性に問題があった、⑤運転経費や修理費が高かった、⑥維持管理に労力を必要とした、などが考えられる。

根釧農試で行われた固液分離機の試験^{3, 6, 7)}では総じて敷料の少ないふん尿の方が固液分離機の作動状態やポンプによるふん尿の供給などが円滑である。固液分離結果を表4に示したが、この試験では分離された固形物の水分を75%に設定している。これは固形物の水分がやや高いがかさ密度

表 4 固液分離機 の分離性能

機種名	A 機		B 機		C 機		D 機			
モータ (kW)	5.5		2.5		6.5		12.5			
スクリーンメッシュ (mm)	0.75		2.0		3.5		1.5			
形状	スリット		丸穴		丸穴		丸穴			
ふん条件	スラリー		スラリー		スラリー		麦稈			
敷料	おがくず		おがくず		麦稈		おがくず			
水分 (%)	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
原料	92.0		92.0		92.0		92.4		92.4	
固形物	75.1	80.9	74.4	75.8	78.1	78.8	63.6	75.8	65.4	74.8
分離液	96.0	96.5	96.2	99	94.1	94.2	96.3	96.8	96.5	96.8
流量 (t/h)	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
固形物	3.0	4.5	2.2	2.5	1.6	1.8	0.7	2.7	0.8	2.0
分離液	6.5	7.5	9.5	10.1	9.1	0.4	5.4	11.7	3.4	9.0
合計	9.8	11.5	12.0	12.4	10.2	10.8	6.1	14.4	4.4	11.0
乾物回収率 (%)	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
	71.6	75.8	58.5	61.8	38.6	41.4	46.6	65.0	62.5	69.2
電流 (A)	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
	8.8	11.5	6.1	6.4	5.0	5.1	10.2	24.3	10.0	24.3
かさ密度 (t/m ³)	0.58									

が低いと発酵が可能であること、分離液量を可能な限り少なくすることを目的としたためである。

固液分離機の毎時処理量は10トン程度であるが、処理量は敷料として麦稈よりおがくずを用いた時の方が高い。分離された固形物の水分は約75%、固形物のかさの密度は0.6 t / m³程度である。1 m³の試験堆肥槽での発酵試験では冬期間でも雨水などの侵入がなければ発酵は円滑に進んでいる(図16)。また、容量の大きい堆肥槽での試験でも発酵は円滑であるが、分離後の固形物の水分が高いため、排汁の回収装置が必要である。

乾物回収率は原料中の乾物量と分離された固形

物中の乾物量との比で表した。乾物回収率はふんの状態や敷料の混入程度により異なり、おがくずでは60~70%、麦稈では約40%と後者がやや低い。分離液内の固形物濃度は4~6%で粒子径の小さいものが多く含まれている。固形物濃度がこの程度であれば曝気が容易で、かつポンプによる攪拌・搬送や散布も容易である。所要動力は分離方法、原料、敷料の質や量により大きく異なり、スラリーでは5~25アンペアとなっている。これまでの試験で、ふん尿の性状により分離精度や能力が大きく異なることが明らかになっている。

農家での利用場面からは、①スラリーはポンプ

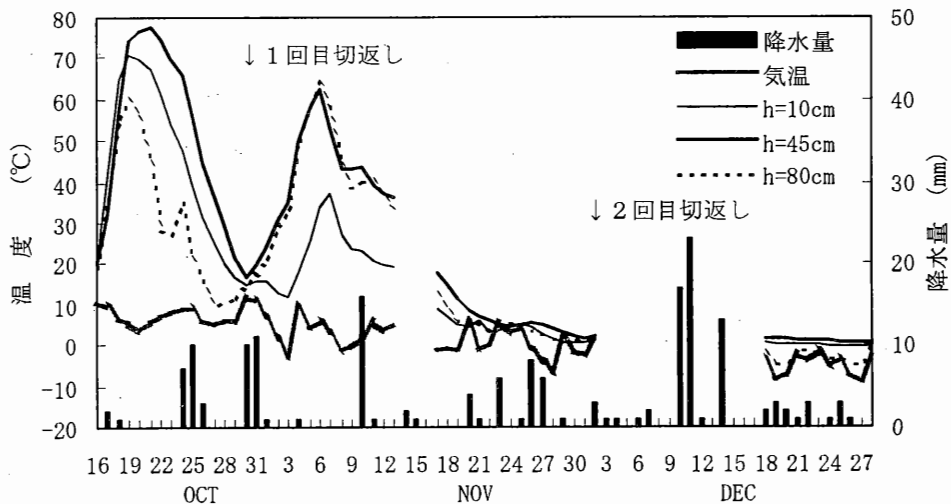


図16 試験槽での堆肥発酵温度の経過

で汲める状態が良い、②長い敷料が大量にふん尿に混入するとポンプでの搬送が困難である、③冬期間はふんが固くなり易いため、分離液で薄めている例も見受けられるが乾物回収率は大幅に低下する、④凍結したスラリーは不適である、⑤砂や火山灰を敷料として使用している場合、固液分離機やポンプの耐久性が著しく低下する、⑥異物混入に細心の注意が必要である、などが明らかになっている。また、円滑な搬送やポンプ負荷の低減には、事前に敷料の切断が不可欠であり、また切断している場合でもカッティング性能が良く、耐久性のあるポンプが必要である。

スラリーは固液分離することにより取り扱う液量を30%程度少なくすることができること、固形物や分離液の発酵は良好であること、分離液の搬送や散布を容易に行えるなどの利点があるが、ふん尿量と処理能力、運転方法、経費、敷料の量や状態、故障対策、分離液の貯留施設や処理方法、寒地での使用条件などの解明が今後の課題として残されている。

7. 今後の課題と問題点

水質汚染や悪臭などの苦情が多いふん尿には「環境に最も影響の少ない処理」が求められている。牛乳のような加工システムを持たないため、自力でふん尿処理を行う必要があり、処理のための経費や労力を必要とする。北海道の酪農は豊かな草地と基盤に営まれている。この草地をふん尿処理の場として利用すべきで、適切な処理を行い土地や作物に有効利用できるふん尿をつくる必要がある。しかし、ふん尿処理には技術的に

未解決の問題が極めて多く、各分野からの研究成果が求められている。また、単に処理技術が秀でて解決には結びつかないため、酪農家の労力や経営の変化にも対応できるソフト技術も重要で、農家の立地条件に適した総合的なふん尿処理システムの開発が今求められている。

最後に、快く資料の提供や意見をいただいた北大農学部の松田 従三先生をはじめ、宗谷支庁、十勝南部地区改良普及センターの方々、林産関係の資料の提供と意見をいただいた林産試験場の窪田技術部長、齋藤研究主任に深謝いたします。また、ふん尿問題のないのびやかな北海道畜産を夢見て、稿を終えます。

参考資料

- 1) 農林水産省畜産試験場、草地試験場：平成4年度家畜ふん尿処理研究会資料、1994
- 2) 美齋津 康民：豚のふん尿処理施設とその実例、畜産の研究、第44巻第1号、155-166、1990
- 3) 道立根釧農試 酪農施設科編：平成4年度酪農施設機械試験成績書、1993
- 4) 北海道林務部林産新興課編：北海道木質廃棄物再資源利用促進体制整備事業報告書、1994
- 5) 松田 従三：平成5年度畜産環境整備技術調査報告書、1994
- 6) 道立根釧農試 酪農施設科編：平成6年度酪農施設機械試験成績書、1995
- 7) 道立根釧農試 酪農施設科編：平成5年度酪農施設機械試験成績書、1994