

根 釧 農 試
研 究 通 信
第12号 2003年3月



根釧農試の新庁舎

平成14年度の気象	2
平成14年度の研究成果	
1. 草地酪農における飼料自給率70%のための放牧飼養法と産乳性	3
2. イネ科草種別シロクローバ混播牧草の飼料成分(推定値)	5
3. 乳中尿素窒素を用いた放牧期の栄養モニタリング	7
4. チモシー集約放牧草地における適正な施肥時期・施肥回数	9
5. チモシー集約放牧草地における窒素、リン酸およびカリの減肥	11
6. 乳牛用飼料中のデンプン含量と蹄底潰瘍との関連	13
7. 乳牛の跛行スコア活用による蹄疾患の早期発見	15
8. 乳牛における適切な削蹄間隔と削蹄による蹄疾患の低減効果	17
9. バルク乳温監視装置の特性と利用方法	19
10. 牛群検定成績における個体の乳中尿素窒素濃度の特性	21
11. 牛乳処理室等の汚水の低コスト浄化処理	23
12. 牛床資材別の乳牛利用性と異なる通路構造での乳牛の歩様状態	25
13. 搾乳ロボットの利用実態と導入効果	27
14. アルファルファ「ヒサワカバ」の根釧地域における混播条件と永続性	29
15. 牧草サイレージの品質と乳牛の採食性からみた春のスラリー散布	31
16. 寒地火山灰草地の更新時におけるたい肥施用限界量と減肥可能量	33
17. 新しい牧草品種と機械	35
新しく始まる研究課題の紹介	37
根釧農試酪農講座・酪農フォーラム	38

(内容に関するお問い合わせは各担当者にお寄せください)

北海道立根釧農業試験場

北海道標津郡中標津町字中標津1659番地 TEL(01537)2-2004・FAX(01537)3-5329

平成14年度の気象

平成13年11月から平成14年10月までの気象経過は次の通りでした。

図のプラスの値は気温、降水量、日照時間が平年に比べ高い、多いことを、マイナスの値は低い、少ないことを表します。

《寒候期(11月～4月)》

気温は平年に比べ11月～1月中旬までは低めに推移し、特に12月上旬は5℃以上も低く、寒い日が続きました。しかし、1月下旬以降は高めに推移し、特に4月中旬は3℃以上も高く、春が早く感じられたのではないのでしょうか。

また、1月下旬、2月中旬の大雪で積雪深は平年より52cm多い101cmでした。土壌凍結深は平年並でした。

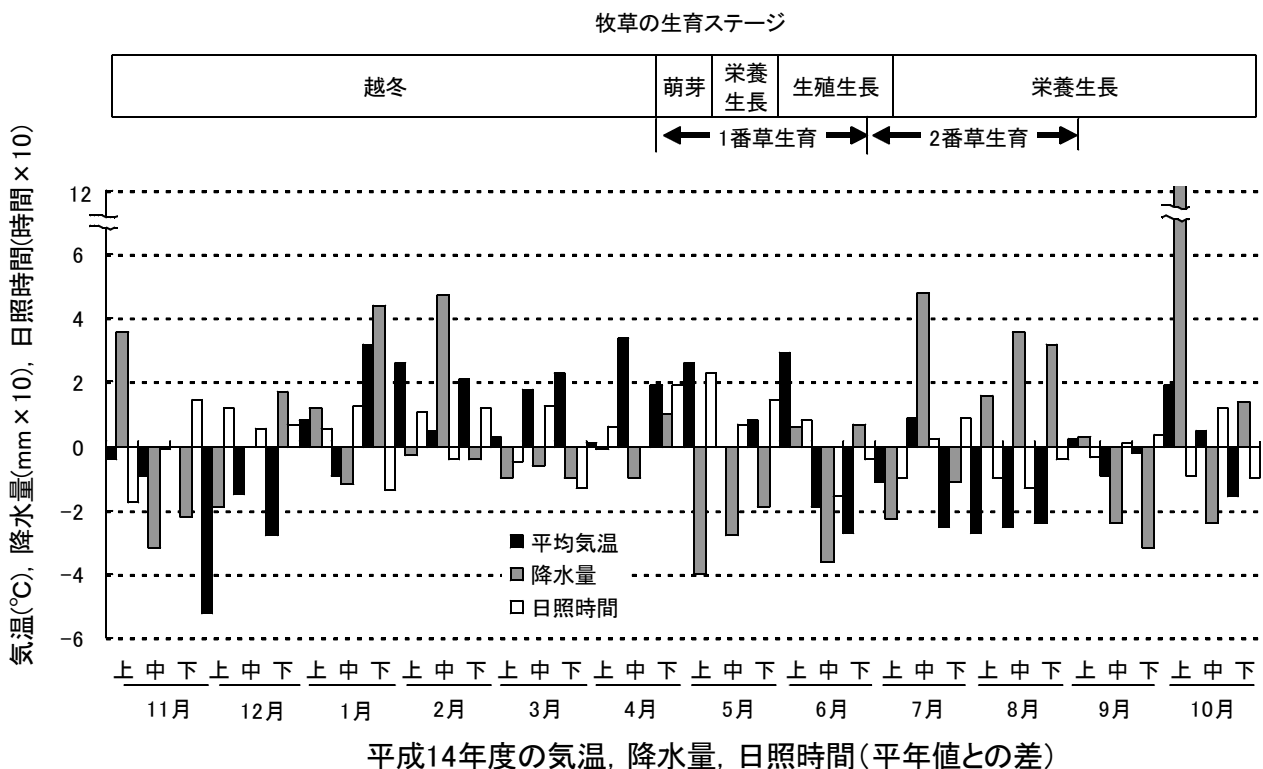
《暖候期(5月～10月)》

気温は平年に比べ5、6月上旬は高く推移しましたが6月中旬からは低く推移しました。特に7月下旬～8月下旬は毎旬2℃以上低く寒い日が続きました。

降水量は5月上旬～7月上旬までは少なく、7月中旬～8月下旬までは多く、9月中下旬、10月中旬は少なく推移しました。台風の影響で、10月上旬は126mmも多い雨が降りました。

《牧草の生育》

1番草は6月上旬までの高温のため生育ステージは早く進みましたが、寡雨のため充実した生長ができず、やや不良となりました。2番草の生育期間は雨はあったのですが気温が低く、やや不良となりました。年間でもやや不良となりました。



草地酪農における 飼料自給率70%のための放牧飼養法と産乳性

乳牛飼養科 原 悟 志

(E-mail : harasts@agri.pref.hokkaido.jp)

1. 背景・ねらい

放牧は、牛乳の低コスト生産、乳牛のストレス軽減、消費者ニーズからみて優れた飼養法です。また、食料の安定供給や食の安全性確保の面で求められている飼料自給率の向上を図る上でも、放牧は有効です。平成9年に、昼夜放牧で乳量9000kgの牛群を放牧飼養する技術を示しましたが、この技術の飼料自給率は61%程度でした。今回、目標を高め、放牧期の自給率を70%に設定し、これを達成することを目的として放牧時に給与する濃厚飼料の構成および給与水準とその生乳生産性を検討しました。

なお、放牧方法は、放牧草摂取量を最大にするため、1日1牧区づつ輪換する昼夜放牧(17時間放牧)としました。また、放牧草以外の粗飼料は給与せず、併給飼料は濃厚飼料のみとしました。放牧地は、チモシー主体の放牧草地を用い、放牧開始から7月下旬までは1ha当たり約4頭(12牧区)、それ以降は草量の低下を補うため兼用地を追加し1ha当たり約2頭(24牧区)としました。

2. 技術内容と効果

デンプン質飼料は圧片トウモロコシ

放牧草に豊富に含まれる蛋白質を有効に利用するためには、併給する穀類の選定が重要です。そこで、圧片トウモロコシを基礎飼料として、大麦、粉碎トウモロコシの割合を変えて、その給与効果を比べてみました。

その結果、圧片トウモロコシ給与時に比べ、大麦給与により第一胃液pHは低下し、放牧草の採食量が

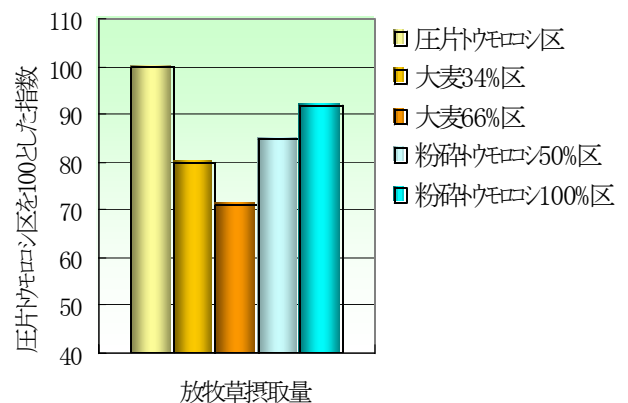


図1 デンプン質飼料が放牧採食量、乳量に及ぼす影響

少なくなりました(図1)。また、粉碎トウモロコシ給与においても放牧草の採食量が少ない傾向がみられました。このため、放牧飼養に給与するデンプン質飼料は圧片トウモロコシが適していると考えられました。

泌乳前期の濃厚飼料の蛋白質含量は14%

乳量の多い牛を放牧した場合、泌乳前期(分娩から100日間)の養分摂取の過不足から受胎が遅れる事例が多くみられます。受胎率を高めるためには濃厚飼料で栄養バランスを適正に保つ必要があります。そこで調整の可能な濃厚飼料の蛋白質含量について検討しました。

泌乳前期濃厚飼料の蛋白質含量(乾物中)を9%とした場合、分娩後の2~4週時の乳中尿素窒素濃度は8mg/dl以下と適正值(10mg/dl)よりも低く、蛋白質摂取不足の傾向がみられました(図1)。そ

の結果、9%区では14%区に比べ初回発情日数が長く、初回授精もやや遅れ、空胎日数も長い傾向がみられました（表1）。

以上のことから、泌乳前期の濃厚飼料の蛋白質含量は14%（乾物中）が良いとわかりました。

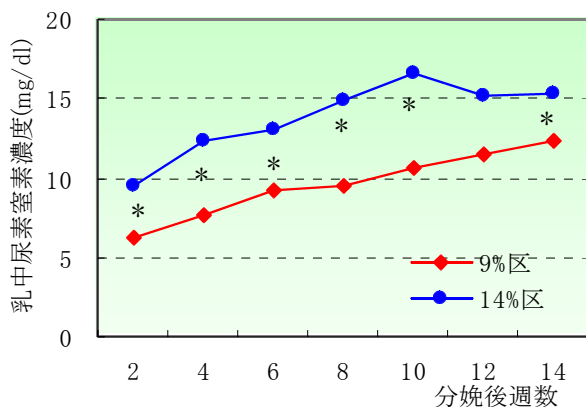


図2 濃厚飼料蛋白質含量が乳中尿素窒素濃度に及ぼす影響(*:p<0.05)

表1 泌乳前期濃厚飼料の蛋白質含量と繁殖成績

蛋白質含量	14%区	9%区
供試頭数	19	20
初回発情日数 ¹⁾	43 ± 21	71 ± 60
初回授精日数 ¹⁾	61 ± 40	81 ± 57
空胎日数 ¹⁾	99 ± 57	126 ± 58
授精回数	1.95	2.05
初回授精受胎率,%	32	26
妊娠頭数割合,%	82	79

1) 平均値±標準偏差

TDN自給率70%で乳量8300kg

先の成果から、デンプン質飼料として圧片トウモロコシ、泌乳前期の濃厚飼料の蛋白質含量を14%として、TDN自給率70%となるように乳期別に濃厚飼料給与量（乾物）を設定し（泌乳前期：10kg、中期：2.6kg、後期：1.7kg）、放牧牛に給与しました。

その結果、放牧草摂取量はほぼ設定どおりであったため、70%のTDN自給率（牛群平均）が達成できました。このときの乳量は一乳期換算乳量で8351kgが得られました。乳成分は、泌乳前期でやや低い値

でしたが、泌乳中・後期で高かったことから、群平均の乳脂肪率は3.81%、乳蛋白率は3.31%であり乳成分も良好でした（表2）。また、体重変化および血液性状からみて健康上の問題はみられませんでした。

表2 自給率70%時の飼料摂取量、乳生産

	乳期 ¹⁾			一乳期換算
	前期	中期	後期	
乾物摂取量, kg/E	21.1	18.0	16.1	
放牧草	11.2	15.4	14.3	4,168
濃厚飼料	9.8	2.6	1.7	1,428
乳量, kg/日	37.1	25.2	20.2	8,351
乳脂肪率,%	3.14	3.97	4.14	3.81
乳蛋白率,%	3.06	3.29	3.51	3.31
TDN自給率,%	49%	82%	86%	70%

1) 前期:分娩～100日、中期:分娩後101日～200日、後期:分娩後201日～乾乳まで

TDN自給率70%の飼料給与メニュー

以上の成績をもとにTDN自給率を70%とする放牧時の飼料給与メニューを作成しました（表3）。このメニューで、濃厚飼料給与量1439kg（乾物）で一乳期換算乳量8200kg（乳脂肪率3.6%）が期待できます。

表3 TDN自給率70%のための飼料給与メニュー

	乳期			一乳期換算
	前期	中期	後期	
乳量, kg	37	24	20	8,200
乳脂肪率,%	3.15	3.95	4.00	3.60
放牧草摂取量, 乾物kg	12.0	15.0	14.5	4,223
濃厚飼料給与量, 乾物kg	10.0	2.6	1.7	1,439
内訳				
圧片トウモロコシ	5.4	2.6	1.7	
大豆粕	1.3	—	—	
ビートパルプ	3.3	—	—	

3. 留意点

ここで示した給与メニューは、適正に維持管理されている放牧草地があることが前提です。

イネ科草種別シロクローバ混播放牧草の飼料成分(推定値)

乳牛飼養科 上田和夫

(E-mail : uedakazu@agri.pref.hokkaido.jp)

1. 背景・ねらい

これまで様々な粗飼料、穀類、粕類などの乳牛用飼料の成分が明らかにされており、その値は日本標準飼料成分表やNRC乳牛飼養標準等に掲載され、飼料設計に活用されています。

放牧を利用して乳牛を飼養する場合も放牧草の飼料成分を考慮して飼料設計を行うことが推奨されます。しかし、従来の飼料成分表は放牧草に関する情報が少なく、放牧飼養時の飼料設計は困難でした。

放牧草の成分は、草種、生育段階およびマメ科草の割合によって変動するので、飼料設計には、それらを考慮した適切な成分値を用いる必要があります。

そこで、草種別および時期別の単播放牧草の飼料成分を明らかにし、それを元にマメ科率別混播放牧草の飼料成分表を作成しました。

2. 技術内容

対象としたイネ科放牧草は、チモシー (TY)、メドウフェスク (MF)、ペレニアルライグラス (PR)、オーチャードグラス (OG) です。また、マメ科放牧草はシロクローバ (WC) です。これらの単播草の飼料成分を調査し、各イネ科草についてマメ科放牧草割合別の混播放牧草の飼料成分を推定しました (表1)。施肥量は北海道施肥標準に準じ、それを早春、6月下旬から7月上旬、および8月下旬から9月上旬に等量分施しました。

一般的に、放牧草地の適正なマメ科率は冠部被度で30~50%であるといわれ、これをマメ科乾物割合に換算すると、おおむね15~30%になると推定されます。このときの混播草の飼料成分は、いずれのイネ科草を主体とした場合でも、イネ科草の草丈が放牧利用で推奨される長さ (TY=30cm、MF=30cm、PR=20cm、OG=30cm) であれば、年間平均乾物中CP含量および同推定TDN含量は、マメ科 (WC) 乾物割合15%のとき各々約20%以上および約71%以上であり、マメ科 (WC) 乾物割合30%では各々約21%以上および71%以上でした。

放牧草は蛋白質の溶解性が高いといわれますが、CP中の割合は高い場合でも60%を超えることはなく、牧草サイレージと同等かそれ以下でした。

放牧草の推定TDN含量は春に高く、夏に低くなりますが、それを裏付けるように、消化率に影響を与える繊維成分 (NDF、ADL、Ob) の含量は春に低く、夏に高い傾向がありました。

3. 留意点

本稿で示した混播放牧草の飼料成分 (表1) は多回刈りした単播草の飼料成分から求めた推定値です。

表1. 放牧時推奨草丈におけるイネ科草種別WC混播放牧草の飼料成分(推定値¹⁾)

主体となる イネ科草種		イネ科草丈: TY30cm、MF30cm、PR20cm、OG30cm																
		混播草中のWC乾物割合: 15%						混播草中のWC科乾物割合: 30%										
		利用時期(月)						利用時期(月)										
		春		夏		秋		年間 平均 ³⁾	春		夏		秋		年間 平均 ³⁾			
		5 ²⁾	6	7	8	9	10		5 ²⁾	6	7	8	9	10				
TY	成分	CP	% DM	22.0	16.6	20.1	17.2	24.1	19.4	19.9	22.0	18.7	21.9	19.8	25.2	21.2	21.5	
		CPs	% CP	51.8	29.8	29.6	27.0	30.1	30.0	33.1	51.8	30.6	30.2	28.0	31.0	30.8	33.7	
		CPu	"	28.0	27.4	28.5	28.0	26.9	25.4	27.4	28.0	26.7	28.2	27.3	26.3	26.0	27.1	
		CPb	"	1.7	2.8	3.3	3.7	2.7	2.6	2.8	1.7	2.7	3.1	3.4	2.6	2.6	2.7	
		NDICP	"	12.0	13.2	16.8	14.6	12.4	18.0	14.5	12.0	11.7	15.3	13.1	11.4	16.0	13.2	
		EE	% DM	4.7	3.5	4.1	3.9	4.3	4.2	4.1	4.7	3.5	4.0	3.8	4.1	4.0	4.0	
		NDF	"	42.4	46.8	50.3	50.0	47.4	40.2	46.2	42.4	43.1	46.5	46.3	44.4	37.8	43.4	
		ADL	"	1.0	1.8	2.1	2.8	2.1	2.3	2.0	1.0	1.9	2.2	2.8	2.1	2.4	2.1	
		Oa	"	14.8	10.5	11.3	8.9	12.0	9.2	11.1	14.8	10.3	11.1	9.0	11.0	9.0	10.9	
		Ob	"	24.0	36.6	35.9	41.1	33.0	34.6	34.2	24.0	34.3	33.8	38.1	32.0	33.6	32.6	
		Ash	"	7.8	8.4	9.6	9.8	9.6	8.8	9.0	7.8	9.0	9.8	10.1	9.9	9.1	9.3	
		ミネラル	P	% DM	0.39	0.37	0.41	0.39	0.47	0.37	0.40	0.39	0.38	0.42	0.40	0.47	0.37	0.41
			Ca	"	0.30	0.39	0.43	0.41	0.41	0.60	0.42	0.30	0.56	0.59	0.54	0.52	0.67	0.53
			Mg	"	0.11	0.12	0.15	0.15	0.18	0.15	0.14	0.11	0.15	0.18	0.17	0.19	0.16	0.16
			K	"	2.87	2.77	3.19	2.95	3.52	3.08	3.06	2.87	2.88	3.27	3.10	3.60	3.15	3.14
	ビタミン	β-カロテン	mg/DM kg	399	278	386	369	537	434	401	399	311	403	396	536	444	415	
		α-トコフェロール	"	126	99	117	170	153	148	136	126	99	115	159	146	143	131	
	推定TDN	% DM		78.0	73.3	67.6	65.6	69.5	73.8	71.3	78.0	73.7	68.3	66.9	70.5	74.0	71.9	
	WSC	% DM		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MF	成分	CP	% DM	21.6	16.4	20.6	18.0	23.9	18.7	19.9	21.6	18.5	22.3	20.4	25.1	20.6	21.4	
		CPs	% CP	38.5	34.5	27.9	28.6	35.5	35.4	33.4	38.5	34.4	28.8	29.2	35.4	35.2	33.6	
		CPu	"	27.1	24.3	29.8	32.7	29.4	29.2	28.7	27.1	24.1	29.2	31.2	28.3	29.1	28.2	
		CPb	"	1.9	3.2	2.8	3.9	2.5	3.1	2.9	1.9	3.0	2.7	3.5	2.5	2.9	2.7	
		NDICP	"	15.6	14.4	17.7	21.7	11.9	17.6	16.5	15.6	12.8	16.0	19.0	11.0	15.7	15.0	
		EE	% DM	4.0	3.2	3.8	3.4	3.3	3.4	3.5	4.0	3.2	3.7	3.3	3.3	3.3	3.5	
		NDF	"	43.7	50.3	51.7	49.1	47.0	38.3	46.7	43.7	46.0	47.6	45.6	44.0	36.3	43.8	
		ADL	"	1.3	2.0	1.7	2.4	1.3	1.8	1.7	1.3	2.1	1.9	2.4	1.5	2.1	1.9	
		Oa	"	17.3	12.7	12.8	10.3	12.6	8.8	12.4	17.3	12.0	12.4	10.2	11.5	8.6	12.0	
		Ob	"	26.3	34.6	32.8	38.1	33.5	33.9	33.2	26.3	32.6	31.2	35.6	32.4	32.9	31.8	
		Ash	"	9.1	8.8	10.3	12.2	11.6	11.4	10.6	9.1	9.3	10.4	12.1	11.6	11.3	10.6	
		ミネラル	P	% DM	0.39	0.36	0.43	0.47	0.54	0.42	0.44	0.39	0.37	0.44	0.47	0.53	0.41	0.44
			Ca	"	0.33	0.44	0.52	0.51	0.53	0.65	0.50	0.33	0.60	0.66	0.63	0.61	0.71	0.59
			Mg	"	0.13	0.14	0.19	0.21	0.24	0.18	0.18	0.13	0.16	0.21	0.23	0.24	0.19	0.19
			K	"	3.03	2.70	3.30	3.33	3.71	3.25	3.22	3.03	2.83	3.36	3.41	3.76	3.30	3.28
	ビタミン	β-カロテン	mg/DM kg	412	265	431	394	515	405	404	412	301	441	417	518	420	418	
		α-トコフェロール	"	132	121	162	216	177	212	170	132	116	151	197	165	197	160	
	推定TDN	% DM		76.5	72.8	70.9	64.2	66.9	71.6	70.5	76.5	73.4	71.0	65.7	68.4	72.3	71.2	
	WSC	% DM		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
PR	成分	CP	% DM	21.1	14.9	19.7	18.2	23.5	20.4	19.6	22.3	17.5	21.4	20.2	24.9	22.3	21.4	
		CPs	% CP	55.7	53.6	47.2	44.7	48.8	51.5	50.2	54.1	52.9	47.4	45.3	49.1	51.2	50.0	
		CPu	"	-	23.0	25.7	31.6	25.9	26.5	26.6	-	22.5	25.5	30.8	25.5	25.7	26.0	
		CPb	"	3.8	2.9	3.5	2.9	2.5	2.4	3.0	4.0	3.0	3.6	3.0	2.8	2.6	3.1	
		NDICP	"	5.3	5.0	8.3	6.0	4.3	-	5.8	5.0	4.9	8.0	6.3	4.8	-	5.8	
		EE	% DM	2.5	2.0	2.4	2.9	2.9	2.9	2.6	2.5	2.1	2.3	2.7	2.7	2.7	2.5	
		NDF	"	34.6	41.7	49.0	49.8	46.3	38.6	43.3	32.2	38.4	45.2	45.7	42.9	35.8	40.0	
		ADL	"	1.2	1.7	2.2	1.9	1.8	1.8	1.8	1.5	2.0	2.6	2.0	1.9	1.8	2.0	
		Oa	"	19.9	20.1	17.9	18.4	19.1	14.1	18.2	18.3	18.2	16.1	16.4	16.8	12.2	16.3	
		Ob	"	14.3	17.1	34.5	33.1	30.6	29.1	26.4	14.7	17.8	33.0	31.2	29.4	28.5	25.8	
		Ash	"	9.5	8.7	10.7	12.0	11.5	11.6	10.7	9.7	8.8	10.4	11.6	11.2	11.3	10.5	
		ミネラル	P	% DM	0.40	0.36	0.47	0.54	0.57	0.54	0.48	0.40	0.37	0.47	0.52	0.54	0.52	0.47
			Ca	"	0.75	0.68	0.69	0.86	0.70	0.72	0.73	0.92	0.84	0.81	0.97	0.82	0.84	0.87
			Mg	"	0.18	0.16	0.21	0.25	0.22	0.19	0.20	0.19	0.18	0.22	0.26	0.23	0.19	0.21
			K	"	3.26	2.66	3.31	3.27	3.74	3.44	3.28	3.12	2.53	3.11	3.07	3.52	3.25	3.10
	ビタミン	β-カロテン	mg/DM kg	409	274	379	380	471	427	390	407	298	375	381	459	423	391	
		α-トコフェロール	"	140	130	156	220	152	160	160	135	128	147	203	147	155	153	
	推定TDN	% DM		83.8	79.7	77.0	71.5	77.3	78.4	78.0	83.6	79.3	77.1	72.2	77.5	78.2	78.0	
	WSC	% DM		25.6	22.1	10.9	6.3	6.5	19.6	15.2	23.5	19.8	10.7	6.6	6.6	18.5	14.3	
OG	成分	CP	% DM	21.1	16.2	22.4	19.3	27.1	24.2	21.7	22.3	18.6	23.7	21.2	27.9	25.4	23.2	
		CPs	% CP	42.7	51.7	49.3	47.6	50.4	50.9	48.8	43.5	51.3	49.2	47.6	50.3	50.7	48.8	
		CPu	"	-	24.8	25.6	31.5	26.6	26.1	26.9	-	24.0	25.4	30.8	26.1	25.3	26.3	
		CPb	"	3.2	3.1	4.0	3.1	2.6	2.3	3.1	3.6	3.2	4.1	3.2	2.8	2.5	3.2	
		NDICP	"	4.2	12.5	9.3	11.0	7.8	-	9.0	4.1	11.1	8.8	10.5	7.8	-	8.4	
		EE	% DM	2.9	2.7	3.0	3.3	3.3	3.0	3.0	2.9	2.6	2.8	3.0	3.0	2.8	2.9	
		NDF	"	40.2	45.9	48.2	50.0	44.6	38.8	44.6	36.7	41.8	44.5	45.9	41.4	35.9	41.0	
		ADL	"	1.6	2.6	2.7	3.0	2.2	-	2.4	1.8	2.8	2.9	2.9	2.3	-	2.5	
		Oa	"	17.3	14.0	15.7	15.4	15.0	-	15.5	16.1	13.2	14.3	14.0	13.4	-	14.2	
		Ob	"	22.4	35.2	35.1	35.7	29.5	-	31.6	21.3	32.8	33.5	33.3	28.5	-	29.9	
		Ash	"	10.0	10.2	11.4	12.2	11.7	11.7	11.2	10.2	10.0	11.0	11.7	11.3	11.3	10.9	
		ミネラル	P	% DM	0.39	0.45	0.57	0.66	0.64	0.57	0.55	0.39	0.44	0.54	0.62	0.61	0.54	0.52
			Ca	"	0.61	0.59	0.64	0.67	0.67	0.75	0.66	0.81	0.77	0.78	0.82	0.79	0.87	0.81
			Mg	"	0.17	0.19	0.24	0.25	0.28	0.24	0.23	0.18	0.20	0.25	0.26	0.27	0.23	0.23
			K	"	3.45	3.01	3.48	3.18	3.70	3.23	3.34	3.28	2.83	3.25	2.99	3.48	3.08	3.15
	ビタミン	β-カロテン	mg/DM kg	348	270	411	371	487	450	390	357	295	401	374	472	443	390	
		α-トコフェロール																

乳中尿素窒素を用いた放牧期の栄養モニタリング

乳牛飼養科 糟谷 広高

(E-mail: kasuyahr@agri.pref.hokkaido.jp)

1. 背景・ねらい

一般に放牧草は蛋白質（CP）含量が高く、ルーメン内で分解されやすい。乳中尿素窒素（MUN）濃度はルーメン内の蛋白質とエネルギーのバランスを示すことから、放牧期にMUN濃度を測定することにより放牧草の高CPを効率良く利用できているか確認できます（図1）。そこで、本試験では、放牧期においてMUN濃度を適切に利用するため、放牧期における併給飼料の養分含量、給与回数および併給飼料の変更がMUN濃度に及ぼす影響について検討するとともに、放牧期におけるMUN濃度の適正值および適正範囲について推察しました。

2. 技術内容と効果

併給飼料の飼料構成がMUN濃度に及ぼす影響

CP含量：併給飼料中の圧片トウモロコシに対する大豆粕の比率を変えたL区（CP8.2%）とM区（CP13.6%）では、各放牧期において両区のMUN濃度に有意な差が認められました。このように併給飼料のCP含量の違いは、MUN濃度に大きく影響します（図2）。
 NDF含量：併給飼料中のビートパルプと圧片トウモロコシの比率を変えたBP区（NDF33.0%）、M区（NDF24.4%）では、ビートパルプを多給したBP区は、M区より放牧草摂取量が少なく、TDNおよびCP摂取量も少なくなりました。その結果、各放牧期においてTDN/CP比およびMUN濃度に有意な差は認められませんでした（図3）。

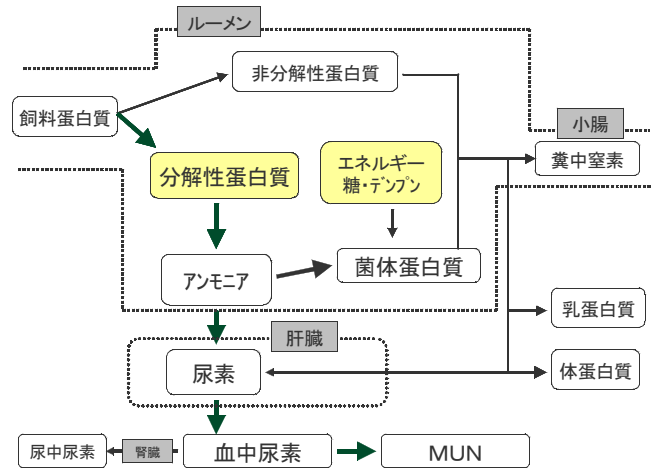


図1 乳牛の蛋白質代謝とMUNとの関係

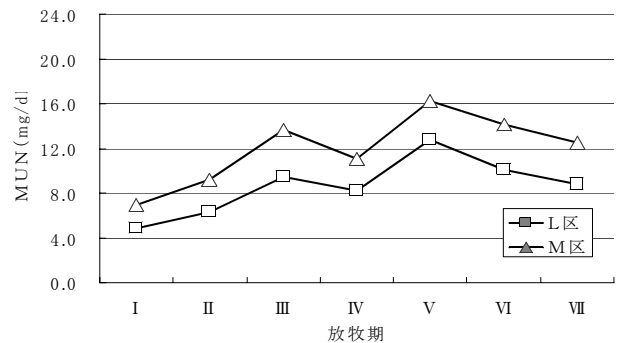


図2 CP含量が異なる併給飼料がMUN濃度に及ぼす影響

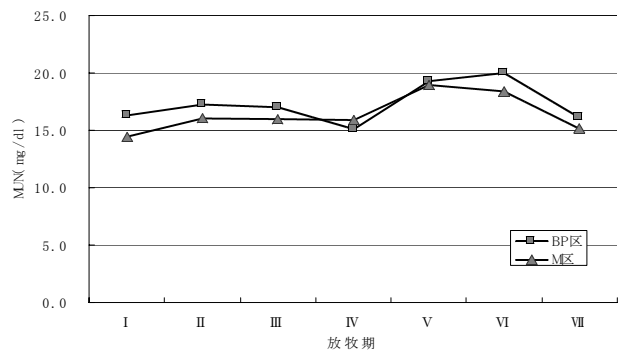


図3 NDF含量の異なる併給飼料がMUN濃度に及ぼす影響

ここで、特に注意しなければならない点は、NDF含量についての試験結果です。MUN濃度はTDNとCPのバランス（TDN/CP）を示すものであって、今回のようにNDF含量の増加によりTDN摂取量とCP摂取量とがともに減少する場合、MUN濃度が変わらなくても、養分充足率が低下することがあります。

併給飼料の変更がMUN濃度に及ぼす影響

併給飼料を変更した場合、どの程度のタイムラグを経てMUN濃度に反映するのか検討しました。21日間の試験期間中、対照区は中CP飼料を与え、他方、試験区は4日毎に低CP、中CP、高CP、中CP飼料と飼料を切り替えました。MUN濃度は毎日測定し、両区の変動を調べた結果を図4に示しました。

この試験より、併給飼料を変更した翌日にはMUN濃度に反映していることが明らかになりました。これは逆の見方をすれば、MUN濃度はサンプリング当日とその前日の飼養状況しか反映しないと言えます。生産現場でのMUN濃度の測定は、月に1回から数回に限られています。MUN濃度の値を適切に評価するには、サンプリング当日と前日の飼養管理状況を詳細に把握しておく必要があります。特に放牧飼養では、台風や豪雨あるいは猛暑などの気象要因による影響を受けやすく、そのような状況とMUN濃度の測定日が重なる場合には、通常の放牧飼養時の栄養摂取状況が適切に反映されていないことがあります。

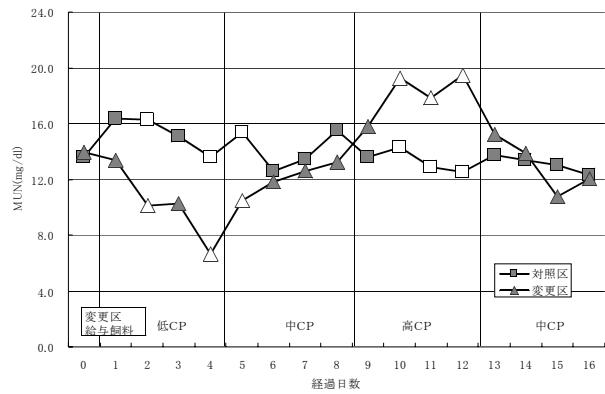


図4 併給飼料の変更がMUN濃度に及ぼす影響

ルーメン窒素バランスから見たMUN濃度の適正值

1996年に出版されたNRC肉牛飼養標準における蛋白質評価システムでは、ルーメン窒素バランスを評価することが可能になりました（図5）。そこで、この評価方法を使って放牧期のルーメン窒素バランスとMUN濃度との関係からMUN濃度の適正值を推定しました。

その結果、ルーメン窒素バランスのバランスがとれている0 g/日の時のMUN濃度は、11.4mg/dlと推定されました。さらに、日本飼養標準の推奨養分含量に基づくTDN/CP比（4.9～5.3）からMUN濃度を推定すると、10.1～12.1mg/dlとなりました。また、日本飼養標準で推奨している放牧期TDN/CP比の下限值4の時、MUN濃度は17.2mg/dlと推定されました。

以上から、放牧期のMUN濃度の適正值は10～12mg/dlとなり、上限値は17mg/dlが目安になるでしょう。

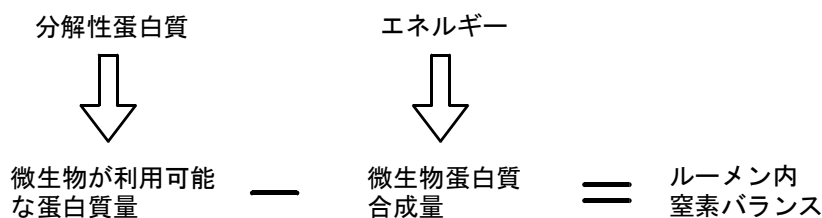


図5 ルーメン窒素バランスの概略

チモシー集約放牧草地における適正な施肥時期・施肥回数

草地環境科 酒井 治

(E-mail : sakaiosm@agri.pref.hokkaido.jp)

1. 背景・ねらい

北海道の放牧草地における施肥時期および施肥回数は、季節生産性の変動を小さくするとともに草量を確保するため、早春、6月下旬および8月下旬の年3回等量に施肥することが推奨されています。しかし、生産現場では2、3回目の施肥時期と採草地の1、2番草の刈取時期が重なるため、両方の作業を行うことは困難です。そこで、チモシーを基幹とする集約放牧草地を対象に適切な施肥時期・施肥回数について検討しました。

2. 技術内容と効果

刈取り試験

チモシーの維持、収量、栄養価などの点から、入牧前の草丈30cm、退牧後の草丈10cmの放牧が奨められています。この草丈に合わせて刈取前の草丈30cm、刈取り後の草丈10cmで、施肥標準量（窒素-リン酸-カリ：8-8-12kg/10a）を施用し、その配分と時

期を変えて、刈取り試験を行いました。なお、各処理における1回当たり施肥量は同じにしています。

その結果、収量の季節変動の小ささと収量の多さを両立させるためには、従来の5月上旬・6月下旬・8月下旬の年3回施肥が最適でした。

施肥回数を2回に減らすと、春に肥料由来の養分が牧草に供給される5月上旬・7月下旬は春に養分が供給されない6月下旬・8月下旬、7月下旬・10月下旬の年2回施肥に比べて、収量自体は多くなりますが、収量の季節変動も大きくなります。他方、6月下旬・8月下旬の年2回施肥は、収量の変動はそれほど大きくなりませんが、収量は少なくなります。施肥回数を1回に減らすとこれらの傾向はさらに著しくなります。

チモシー単播草地では、施肥回数を減らすと混播草地の場合よりもさらに季節変動が大きくなりますので、施肥回数の減少は難しいと考えられます（図1）。

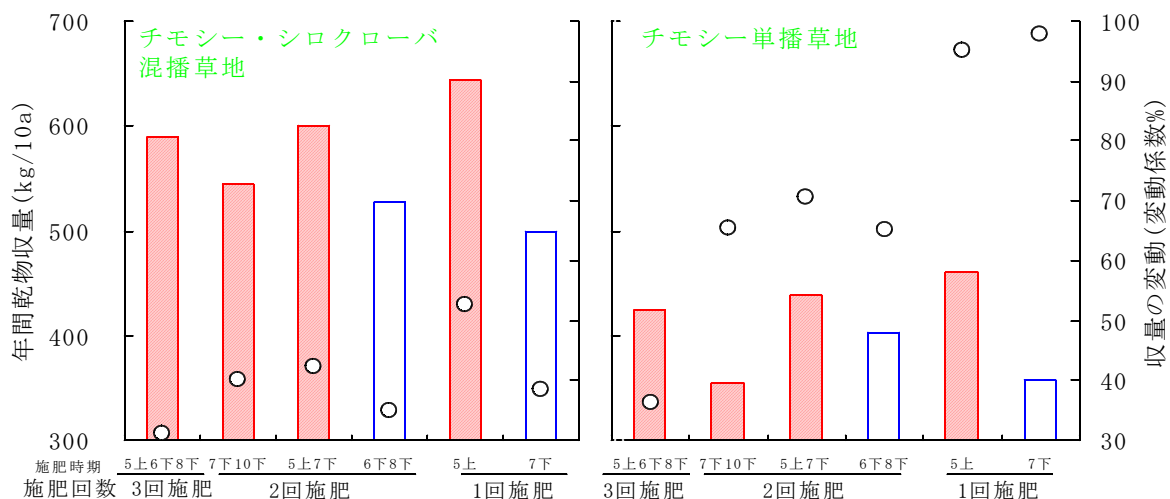


図1. 刈取り試験における乾物収量とその季節変動

5上：5月上旬、6下：6月下旬、7下：7月下旬、8下：8月下旬、10下：10月下旬

■ 収量(早春養分供給有) □ 収量(早春養分供給無) ○ 変動係数

放牧試験

搾乳牛を放牧した放牧草地においても、施肥回数を減らすと、春に養分が牧草に供給される放牧前の草量とその季節変動がともに高くなります(図2)。また、放牧草の利用量は、施肥回数によらずほぼ一定のため、放牧草の利用率は、施肥回数の減少により明らかに低くなります(図3)。

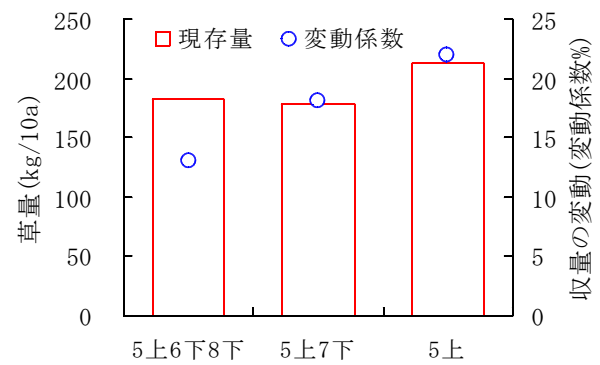


図2. 放牧草地の草量と季節変動
5上:5月上旬, 6下:6月下旬, 7下:7月下旬, 8下:8月下旬

必要面積・牧区数

チモシー・シロクローバ混播放牧草地の場合、5月上旬・7月下旬の年2回施肥では、年3回施肥に比べて必要面積と牧区数の季節変動が、やや大きくなります。一方、6月下旬・8月下旬の年2回施肥では、7月以降の必要面積・牧区数は年3回施肥とほぼ同等ですが、5・6月に大面積を必要とします(表1)。

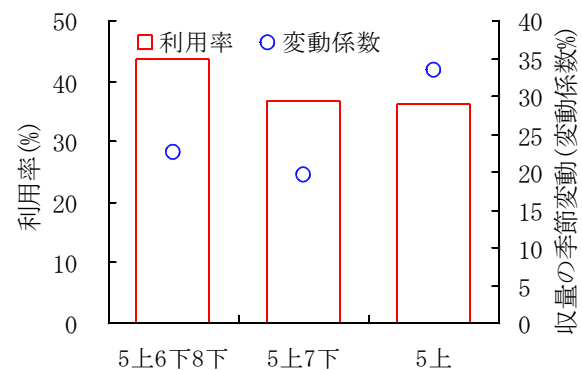


図3. 放牧草の利用率と季節変動

利用率(%) = $(\text{放牧前の草量} - \text{放牧後の草量}) / \text{放牧前の草量} \times 100$
5上:5月上旬, 6下:6月下旬, 7下:7月下旬, 8下:8月下旬

まとめ

以上のように、チモシーを基幹とする集約放牧草地では、現行の5月上旬・6月下旬・8月下旬の年3回施肥が望ましいと考えられますが、チモシー・シロクローバ混播放牧草地では季節変動が大きくなるのをきめ細かい牧区の利用で緩和すると5月上旬・7月下旬、収量の低さを面積の拡大で補うとすれば6月下旬・8月下旬の年2回施肥に省力化することができます。

表1. チモシー・シロクローバ混播草地の必要牧区数・面積(根釧地域における試算)

施肥時期	必要牧区数(区) ¹⁾			必要面積(ha/頭)		
	5、6月	7、8月	9、10月	5、6月	7、8月	9、10月
5月上旬・6月下旬・8月下旬	12	18	30	0.25	0.39	0.65
5月上旬・7月下旬	10	21	32	0.22	0.45	0.68
6月下旬・8月下旬	20	18	32	0.43	0.38	0.69

1) 毎日牧区を変えた場合の必要数

3. 留意点

1) この試験は、放牧前の草丈約30cm、放牧後の草丈10cm程度の短期輪換放牧で行い、放牧圧は早春~7月中旬が0.26ha/頭、7月下旬以降0.52ha/頭程度です。

2) この成果は放牧草の生育期間の気象条件が冷涼な根釧地域で行ったものです。十勝など生育期間の気温が高い地域では、施肥回数を減らすことによって収量の季節変動が大きくなり、牧草が伸びすぎるなど利用しづらくなる可能性があります。

研究成果

チモシー集約放牧草地における窒素、リン酸およびカリの減肥

草地環境科 酒井 治

(E-mail : sakaiosm@agri.pref.hokkaido.jp)

1. 背景・ねらい

現行の北海道施肥標準量（窒素 8 kg/10 a、リン酸 8 kg/10 a、カリ 12 kg/10 a）を施肥し、集約的な放牧を行うと土壤中に肥料養分が蓄積します。また、放牧草の養分含有率が年々上昇します。このように土壌や牧草中の養分が増えていくことから、現行の施肥標準量は過剰であり、低減できる可能性があるため、チモシーを基幹とする集約放牧草地を対象に窒素、リン酸およびカリの減肥の可能性を検討しました。

2. 技術内容と効果

窒素

搾乳牛を用いた集約放牧条件のチモシー・シロクロバ混播草地では、窒素施肥量を 8 kg/10 a から 4 kg/10 a に低減しても、入牧前の草量、利用量、シロクロバ割合などの生産性に差は認められません（図 1）。また、放牧草の粗蛋白（CP）含有率も明瞭な変化は認められません（図 2）。

リン酸

0～5 cm 土壌中の有効態リン酸が 20 mg/100 g 以上の黒色火山性土に立地した集約放牧条件のチモシー・シロクロバ混播草地では、リン酸施肥量を 8 kg/10 a から 4 kg/10 a に低減しても、入牧前の草量、利用量、シロクロバ割合などの生産性に差は認められません（図 1）。また、放牧草のリン含有率も明瞭な変化は認められません（図 3）。さらに、リン酸施肥量を 4 kg/10 a に低減することで、土壌中

の有効態リン酸含量の増大を緩和できます。

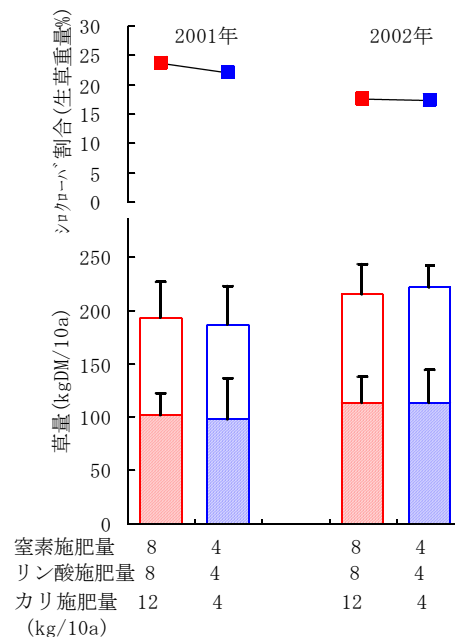


図1. 窒素、リン酸およびカリ施肥量がチモシー・シロクロバ混播放牧草地の草量、利用草量、シロクロバ割合に及ぼす影響（各放牧の平均値）

□：標準偏差、○：入牧前草量、■：利用草量

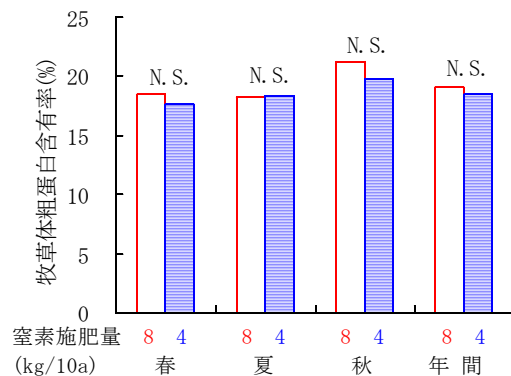


図2. 窒素施肥量が放牧草の粗蛋白含有率に及ぼす影響（2001～2002年の平均値）
N.S. : 有意差無し

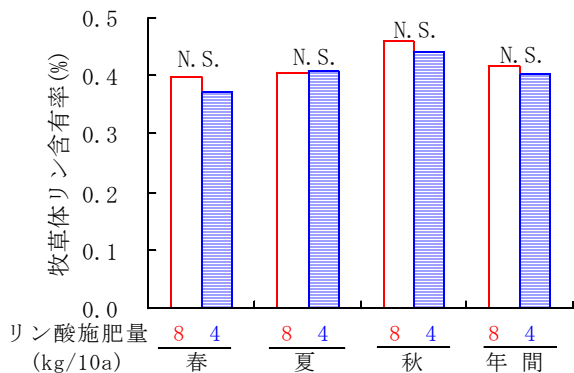


図3. リン酸施肥量が放牧草のリン含有率に及ぼす影響 (2001~2002年の平均値)
N.S. : 有意差無し

カリ

チモシー・シロクロバ混播草地における集約放牧条件では、早春放牧開始前の0~5cm土壌中の交換性カリを10kg/10a程度(黒色火山性土で約30mg/100g)にすることによって、シロクロバの生草重量割合を混播草地の下限である15%以上に維持できます。

この場合、年間のカリ施肥量を12kgから4kg/10aに低減しても、入牧前の草量、利用量、シロクロバ割合などの生産性に差は認められません(図1)。年間のカリ施肥量を4kg/10aとすることにより、放牧による土壌へのカリの蓄積を緩和することができます。また、この施肥量によって、放牧草のカリ含有率は低減され、ミネラルバランスが改善されます(図4)。

まとめ

以上の結果、火山性土のチモシーを基幹とする集約放牧草地では、早春0~5cm土壌中の有効態リン酸含量20mg/100g以上、交換性カリ10kg/10a(黒色火山性土で約30mg/100g)を前提に、年間の施肥量を窒素、リン酸およびカリを各4kg/10aまで減肥しても牧草生産性、飼料品質および草種構成を良好に維持できます。

3. 留意点

1) この試験は、放牧前の草丈約30cm、放牧後の草丈10cm程度の短期輪換放牧で行っています。放牧圧は早春~7月中旬が0.26ha/頭、7月下旬以降0.52ha/頭程度です。

2) この試験は、土壌中にリン酸やカリが一定以上あるチモシー・シロクロバ混播の草地で行われています。チモシー単播草地では窒素が、また単播草地および混播草地ともに土壌中のリン酸やカリが前提条件よりも少ない場合は、その養分が不足する可能性が高くなります。2~3年に一度、土壌診断および牧草の栄養診断を行って、養分が不足していないかチェックして下さい。

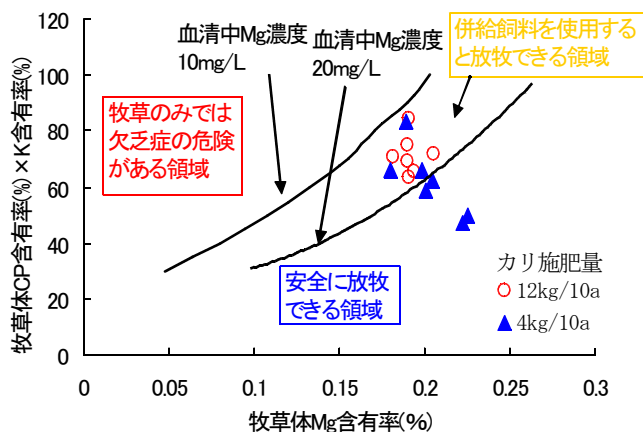


図4. マグネシウム、カリおよび粗蛋白のバランスから判断した牛に対する放牧草のミネラルバランス
注) マグネシウム : Mg、カリ : K、粗蛋白 : CP

乳牛用飼料中のデンプン含量と蹄底潰瘍との関連

乳質生理科 昆野大次

(E-mail : konnodai@agri.pref.hokkaido.jp)

1. 背景・ねらい

乳牛の運動器疾患は、泌乳器病、生殖器病に次いで発生が多く、除籍や生産性の低下に結びつきます。

なかでも蹄疾患はその多くを占め、近年増加傾向にあります。蹄疾患のうち栄養と関連の強い蹄葉炎や蹄底潰瘍は、ルーメンアシドーシスを引き起こすようなデンプン含量の高い飼料を給与すると発生しやすいとされています。

そこで、分娩後に給与する飼料中のデンプン含量とルーメンアシドーシスおよび蹄底潰瘍との関係について場内試験を行い検討しました。

2. 技術内容と効果

飼料中のデンプン含量を増加させるほど第一胃液pHは低下する傾向を示しました（表1）。亜急性ルーメンアシドーシスの基準とされる第一胃液pH5.5以下（穿刺法）の値は、飼料中デンプン含量を40%とした場合にのみ認められました。

表1 飼料中デンプン含量と第一胃液pHの関係

処理	分娩後日数(日)					
	3	7	10	14	28	56
試験1 (分娩直後から開始)						
25%区	6.03	5.95	-	5.80	5.67	5.92
30%区	5.79	5.70	-	5.91	5.72	5.77
35%区	5.93	5.87	-	5.53	5.91	5.79
試験2 (分娩1週間後から開始)						
25%区	6.26	6.27	6.30 ^a	6.06 ^a	6.21 ^a	6.11
35%区	6.26	6.24	5.89 ^{ab}	5.82 ^{ab}	5.86 ^{ab}	5.87
40%区	6.16	6.21	5.49 ^b	5.62 ^b	5.65 ^b	5.73

a, b : 異文字間に有意差あり(p<0.05)

デンプン含量の異なる飼料を分娩直後から給与した場合にはデンプン含量30%以上で、また、分娩1週間後から給与した場合にはデンプン含量40%以上で蹄底潰瘍が発生しました（表2）。

飼料中のデンプン含量を増加させるほど、蹄底出血斑数および蹄底出血スコアも増加する傾向がみられました。

飼料中のデンプン含量を30%以上にすると、ルーメンアシドーシスが認められなくても、蹄底潰瘍が発生しやすくなると考えられました。

表2 飼料中デンプン含量と蹄の健康の関係

	25%区	30%区	35%区	40%区
試験1 (分娩直後から開始)				
蹄底潰瘍発症頭数				
供試頭数	5	6	5	-
発症頭数	0	2	1	-
試験2 (分娩1週間後から開始)				
蹄底潰瘍発症頭数				
供試頭数	4	-	7	6
発症頭数	0	-	0	2
蹄底出血斑数	2.6	-	3.8	4.9
蹄底出血スコア	3.4 ^a	-	6.0 ^{ab}	8.6 ^b

a, b : 異文字間に有意差あり(p<0.05)

蹄底出血斑数とスコアは分娩後4ヶ月目に調査した

蹄底出血スコアの記録方法

蹄底出血スコアは、蹄底を6つのゾーンに分けて観察し、各ゾーンにおいて出血のあとや潰瘍の状態を5段階にスコア化します（表3、図）。

表3 蹄底出血スコアの評価方法

ゾーン	部位の説明
1	蹄尖の白線部分
2	白線(1以外の白線)
3	蹄球と蹄壁の接続部分
4	蹄底と蹄球の接続部分
5	蹄底の中心部分
6	蹄球

スコア	蹄底の状態
0	蹄底に出血はみられない
1	わずかな変色がみられる
2	中程度の出血がみられる
3	ひどい出血がある
4	蹄縁真皮で覆われている

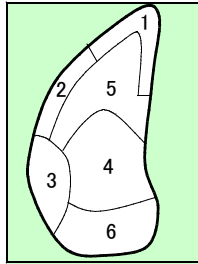


図 蹄底の区分(ゾーン)

蹄底潰瘍は分娩後86～137日に発症し、発症の2週間以上前から跛行スコアの異常（スコア2以上が連続して観察）がみられました（表4、5）。

表4 蹄底潰瘍発症牛の概要

牛番	産次	試験処理	発症時期(分娩後日数)	治療期間(日)	初回授精日数	空胎日数
387	6	試験1 30%区	86	47	127	127
478	3	試験1 30%区	98	81	46	183
527	4	試験1 35%区	94	40	128	223
501	2	試験2 40%区	137	109	92	92
540	2	試験2 40%区	103	28	77	166
発症牛平均			104	61	94	158

注. 試験1：分娩直後から開始
試験2：分娩1週間後から開始

表5 蹄底潰瘍発症牛の跛行スコアの推移

牛番	分娩後週数									
	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
387	1	1	1	1	2	2	4			
478	3	3	-	3	2	2	3			
527	1	3	2	3	2	1	3			
501	2	2	3	3	3	3	3	3	-	2
540	1	4	4	3	4	4	3	2	-	3

* 跛行スコアの斜体太字は発症時期を示す

跛行スコアの記録方法

跛行スコアは佇立時と歩行時の背部姿勢と歩行状態にもとづいて5段階にスコア化します（表6）。

表6 跛行スコアの評価方法

スコア	背部姿勢	歩行
1	佇立・歩行中もまっすぐである	歩行に異常はみられない
2	佇立時はまっすぐであるが、歩行時は希に湾曲する	歩行に異常はみられない
3	佇立・歩行時に明白な湾曲がある	歩行に若干の影響がみられ、歩幅が短い肢がある
4	佇立・歩行時に明白な湾曲がある	歩行に明白な影響がみられ、振り出しに時間を要する肢がある
5	佇立・歩行時に明白な湾曲がある	自発的な歩行がほとんどできない状態

* 背部姿勢は佇立時と歩行時に観察し、歩行時は全ての肢の動作を観察する

3. 留意点

本試験はデンプン源として圧片トウモロコシを用いた混合飼料給与体系で行いました。

試験飼料中の圧片トウモロコシの割合は、デンプン含量25、30、35および40%区でそれぞれ飼料乾物中37、45、52および60%でした。

乳牛の跛行スコア活用による蹄疾患の早期発見

酪農施設科 堂 腰 頭

(E-mail : dokoshi@agri.pref.hokkaido.jp)

1. 背景・ねらい

平成11年度の全道における運動器病による病傷事故頭数は47,115頭で、泌乳器病や繁殖器病について多く、そのうち蹄疾患は60% (28,310頭) を占めます。

蹄疾患の経済的損失は大きく、診療費だけでなく、抗生物質治療による生乳の廃棄、乳生産量の減少、受胎の遅延などの損失も伴うため、これらを合計すると1頭当たり約5万円になり、全道合計すると蹄疾患により年間約14億円の損失が発生していると推定されています (塚田, 2001)。

このことから、いったん蹄疾患になると、その後の生産性や健康に大きく影響を与えるため、蹄疾患の早期発見と予防が重要になると考えられました。

2. 技術内容と効果

牛の背中と歩行を観察しましょう

乳牛の蹄疾患を発見する方法として、跛行スコアを紹介します (表1)。

跛行スコアは、牛が立っている佇立時と、歩いている歩行時に、牛の背中 (背部姿勢) と歩行の状態を観察します。

佇立時も歩行時も、背部姿勢がまっすぐで、歩行に異常が見られない場合、跛行スコアは1になります。

跛行スコア2は佇立時の背部姿勢はまっすぐですが、歩行時にまれに湾曲する状態をさします。これは、蹄疾患になると後ろ足の痛みを和らげるために、前足に体重をかけようとする姿勢に相当します (図1)。

跛行スコア3以上になると、歩幅が短くなったり、振り出しに時間を要するなど、歩行に異常が見られます。

表1 跛行スコアの評価方法

スコア	背部姿勢	歩行
1	佇立・歩行中もまっすぐである	歩行に異常は見られない
2	佇立時はまっすぐであるが、歩行時は希に湾曲する	歩行に異常は見られない
3	佇立・歩行時に明白な湾曲がある	歩行に若干の影響が見られ、歩幅が短い肢がある
4	佇立・歩行時に明白な湾曲がある	歩行に明白な影響が見られ、振り出しに時間を要する
5	佇立・歩行時に明白な湾曲がある	自発的な歩行がほとんどできない

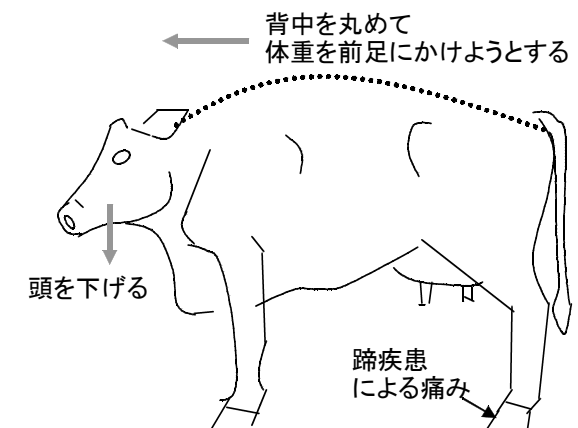


図1 背部湾曲姿勢

スコア2以上の連続とスコア3は要診療

跛行スコアを1～2週間毎に調査すると、治療牛37頭のうち、27頭（73%）は蹄疾患の治療前に跛行スコアに異常が見られ、跛行スコア3以上が1回以上観察されるか、スコア2以上が連続して観察されていました（表2）。

跛行スコア2が見られると、蹄の異常と診断されますが、その判断は歩行時の背部姿勢に限られるため難しく、問題のない牛までも異常と判断されてしまうことがあります。

このため、跛行スコアの観察は1～2週間毎に連続して行う必要があります。その時、スコア3以上が1回、あるいはスコア2が連続して観察された牛は蹄疾患になっている可能性が高いので、早急に削蹄・診療することが推奨されます。

表2 蹄疾患牛における治療前の跛行スコア

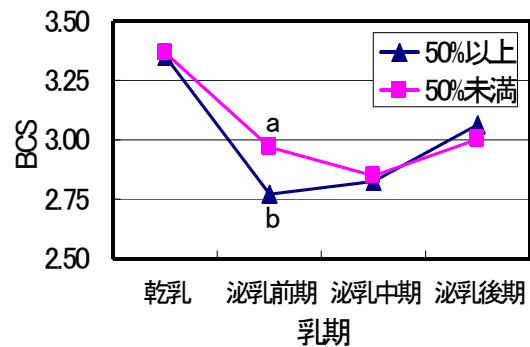
	全体	
	例数	割合%
治療頭数	37	100
スコア異常	27	73
スコア異常の内訳		
スコア3以上が1回	7	19
スコア2または3以上の連続	20	54
スコアの異常なし	10	27

乾乳期の観察が重要です

乾乳期に跛行スコアの観察を3回以上行った時、スコア2以上の観察割合が50%以上（例えば、4回の観察でスコア2以上が2回以上観察された）の牛の泌乳前期のボディーコンディションスコア（体脂肪の蓄積量を示す）は50%未満の牛よりも低く、初回授精日数や分娩間隔も20日程度遅延することがわかりました。

乾乳期の跛行スコアが高い牛は、分娩後の体重の低下が大きく、繁殖性に悪影響を与えていると考えられました（図2、表3）。

このため、乾乳期の跛行スコア活用によって蹄疾患の早期発見と治療につとめることは、泌乳期における体重の減少や繁殖性の低下を防ぐために重要といえます。



a,b: 異文字間に有意差あり(p<0.05)

図2 乾乳期の跛行スコア2以上の出現率とボディーコンディションスコアの推移

表3 乾乳期の跛行スコア2以上の出現率と繁殖性との関連

出現割合	初回授精日数	初回授精受胎率	授精回数	分娩間隔(日)
50%以上	95.2	36.4%	2.0	412
50%未満	76.8	50.0%	2.1	395

3. 留意点

跛行スコアの観察は、1～2週間毎に行うなど連続して観察しましょう。観察はミルクパラーから牛舎への戻り通路やパドックなどで行うと良いでしょう。

また、舗装された地面など、牛の肢蹄がぬからない場所で観察します。搾乳前の観察は、乳房が張っているために歩行に影響を与え、望ましくありません。

乳牛における適切な削蹄間隔と 削蹄による蹄疾患の低減効果

酪農施設科 堂 腰 顕

(E-mail : dokoshi@agri.pref.hokkaido.jp)

1. 背景・ねらい

牛は1本の足に2つの蹄（牛の内側を内蹄、外側を外蹄といいます）を持っています。このため、8つの蹄で全体重を支えていることになります。蹄のうち地面と接地して体重を支えている部分を負面と言います。

蹄の健康を維持するには、8つの蹄が均等に体重を負担することが重要で、このバランスが崩れると蹄内部の負担が大きくなり、蹄底潰瘍などの蹄疾患を悪化させる原因になります。

そのため、この試験では蹄のバランスを維持するための削蹄間隔とともに、削蹄による蹄疾患の低減効果について示します。

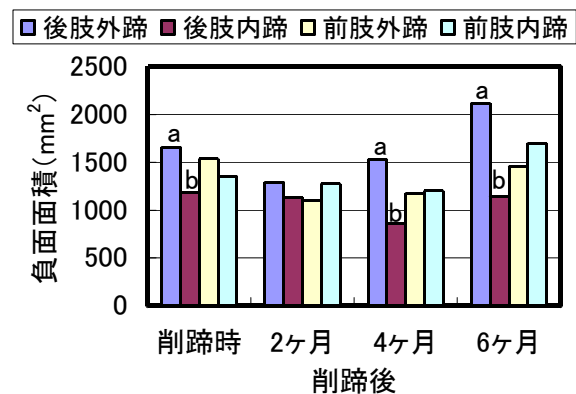
2. 技術内容と効果

負面の測定は、蹄底スタンプ法を用いて行いました。A4版の大きさのベニヤ板にタオルを付け、それに青色のポスターカラーを塗布し、それを蹄底に押しあて、蹄底に付着した部分を負面とし、その面積を測定しました。測定は削蹄直後、削蹄後2、4、6ヶ月目に行いました。

削蹄は年2回行いましょう

削蹄後の負面面積の変化を図1、写真1に示しました。削蹄後4ヶ月目から後ろ足における2つの蹄（後肢内蹄と後肢外蹄）の負面面積の差が大きくなり始め、削蹄6ヶ月目では、その差が2倍近くになりました。

内蹄と外蹄の負面面積の差が大き異なると、蹄が負担する重量は大きく変化し、蹄疾患発生の危険性が増えます。このため、最低でも6ヶ月おき、年2回の削蹄が必要になります。



a,b:異なる片文字間に有意差あり(p<0.05)

図1 削蹄後の負面面積の変化



(削蹄直後) (削蹄後2ヶ月目) (削蹄後4ヶ月目) (削蹄後6ヶ月目)

写真1 削蹄後の蹄底の負面の変化(同じ牛の後肢、左側が外蹄、右側が内蹄)

削蹄によって蹄疾患は減少します

根釧農試では成牛を約100頭飼養していますが、1999年には蹄疾患の治療頭数が延べ80頭を超えていました。それまでの削蹄回数は年1回で、2～4月に一度に削蹄していました。

そこで、2000年から削蹄回数の変更を行い、乾乳期に削蹄し、その後6ヶ月おきに削蹄するようにしました。このため、少なくとも1頭あたり年2回削蹄することになりました。また、牛舎内の除糞回数も朝1回から、朝夕2回に変更し、通路床面を乾燥させるように努めました。

その結果、蹄疾患の治療頭数は減り始め、特に冬季の舎飼期における治療頭数は半減し、蹄疾患を減らすことができました(図5)。

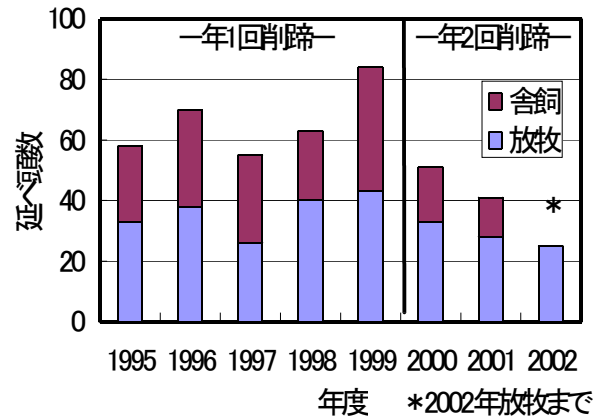


図2 蹄疾患治療頭数の推移

3. 留意点

蹄の成長は個体や施設、飼養管理による影響が大きいため、蹄の成長を観察し、それに応じた削蹄も必要です。



写真2 蹄底潰瘍



写真3 蹄の観察



写真4 削蹄風景

バルク乳温監視装置の特性と利用方法

乳質生理科 高橋 雅信

(E-mail : takahams@agri.pref.hokkaido.jp)

1. 背景・ねらい

生乳の温度管理は酪農場におけるHACCP的な生産管理の重要管理点に位置付けられ、搾乳の前後と集荷時に乳温を確認・記録することが推奨されています。また、生乳は合乳されて集荷利用されるため、地域単位での取り組みが必要とされ、管理の容易な記録の電子化が求められています。そこで、酪農場における乳温管理の指針を明らかにするため、バルクタンクに投入される生乳の細菌学的品質と冷却貯蔵中の生乳の温度履歴が、隔日集荷される生乳の低温細菌数に及ぼす影響を検討しました。さらに、乳温を自動監視・記録するために開発されたバルク乳温監視装置（タンク内壁底部外側に密着型温度センサー）の温度追従特性と利用方法を検討しました。

2. 技術内容と成果

隔日集荷されるバルクタンク内での低温細菌の増殖を抑制するためには、機器の洗浄と搾乳衛生を徹底して初期低温細菌数を低減するとともに、冷却貯蔵中の毎分の乳温から4℃を減じて得られた正の数値を合計した積算乳温（4℃基準）を5000℃・分以下にする必要がありました（図1）。

開発されたバルク乳温監視装置は、冷却貯蔵の工程全体で見ると、乳温の監視と記録に十分な温度追従性がありました。しかし、生乳の冷却中は、表示温が乳温に比較して最大で2℃程度低く表示されることから、バルク内の乳温で機器を調整する時は注意が必要です（図2）。

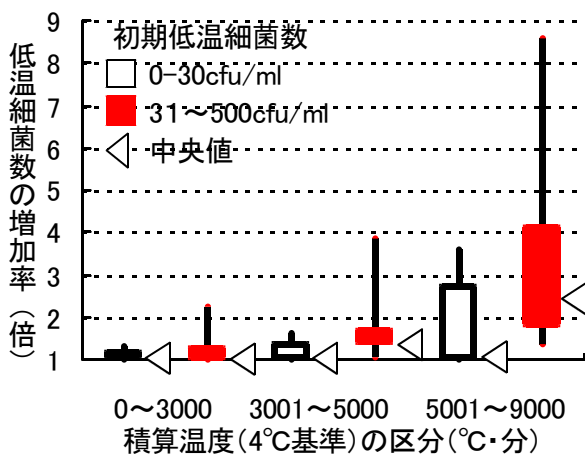


図1 積算乳温（4℃基準）区分と低温細菌数増加率の箱ヒゲ図

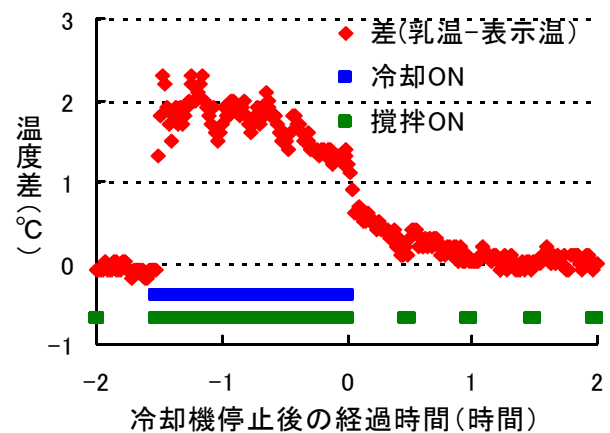


図2 第2投入時における温度差「バルク内乳温-バルク乳温監視装置の表示温」の推移

注. cfu : コロニー(群)単位で計った細菌の数

洗浄工程での表示温は、温湯注入時の液温に比べて最大30℃強低く表示されるものの、洗浄実施の有無の判別や洗浄に十分な温度条件（洗剤液循環工程排水温が40℃以上）が確保されたことの判定に利用できます（図3）。

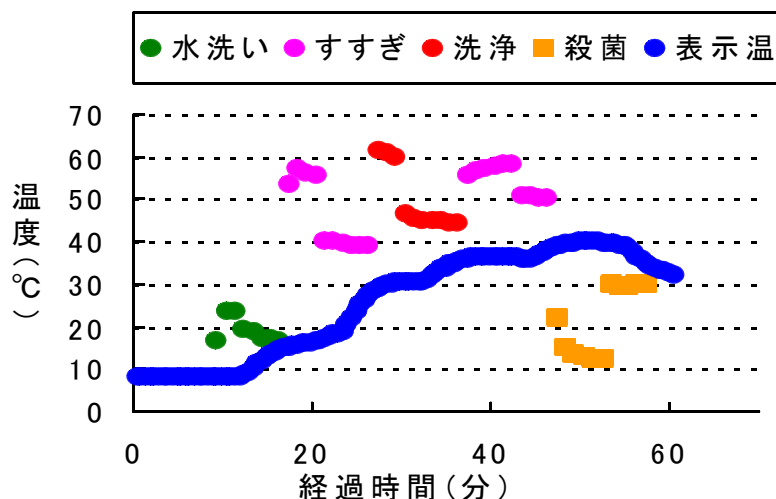


図3 洗浄工程におけるバルク内液温とバルク乳温監視装置の表示温との関係

底部密着型の温度センサーのみでは、故障等による攪拌機の停止状態で生乳投入があると、底層の乳温上昇が著しく遅れるため、正確なバルク内乳温の把握が困難になります（図4）。

しかし本装置は、温度情報に加えて冷却機、攪拌機、真空ポンプ等の稼動情報を取り入れることで、均一な乳温分布が疑われる状態を検知し警告することが可能です。また本装置は、初回投入から集荷までの冷却機の総稼動時間による冷却能力のモニタリングが可能です。

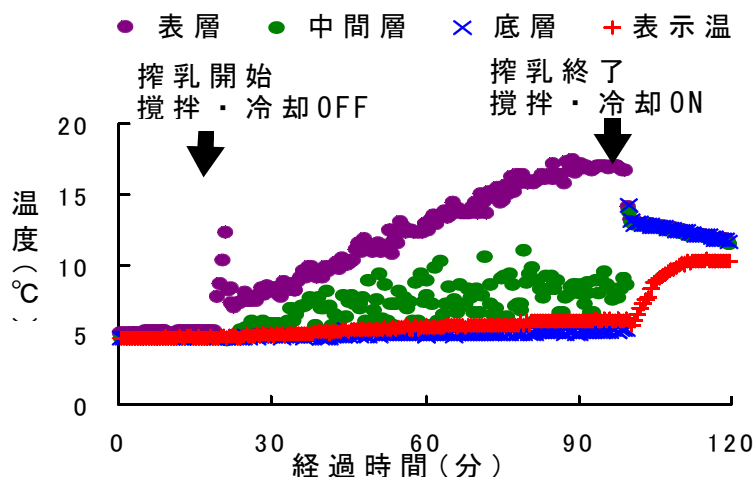


図4 攪拌機停止状態での生乳投入がバルク内乳温分布とバルク乳温監視装置の表示温に与える影響（4回目投入時）

以上から、生産段階での低温細菌数を抑制するには、隔日集荷する生乳を現在推奨されている乳温管理＝「初回投入後1時間でバルク内乳温が10℃以下、さらに1時間後に4.4℃に達すること、また、追加投入時にバルク内乳温が10℃を超えないこと」に加えて、積算乳温（4℃基準）を少なくとも5000℃・分以下にする必要があります。

また、開発されたバルク乳温監視装置は、乳温の監視と記録および関連機器の異常警報システムとして利用できます。

3. 留意点

バルク乳温監視装置を利用して各種の異常警報を出すための値は、搾乳関連設備とその使用方法によって異なるため、酪農場など施設別に設定する必要があります。

牛群検定成績における個体の乳中尿素窒素濃度の特性

乳質生理科 西村 和行

(E-mail : nishiky@agri.pref.hokkaido.jp)

1. 背景・ねらい

乳検情報の乳中尿素窒素 (MUN) 記録を活用するために、個体乳の乳中尿素窒素濃度の変動要因とその影響を明らかにし、北海道における乳中尿素窒素濃度の平均値を推定しました。さらに、全道レベルにおける飼養環境の概略的情報を得るため乳検農家に対するアンケート調査を行い、牛群単位における乳中尿素窒素濃度との関連性を検討しました。また、赤外線分析法における乳中尿素窒素値の特性を、参照法である酵素法分析値との「差」を用いて明らかにするとともに、赤外線分析法における特性やばらつきを考慮した個体乳の乳中尿素窒素値の利用方法を検討しました。

2. 技術内容と効果方法

乳中尿素窒素濃度の変動要因

全道の乳検情報記録 (平成12年2月1日から平成13年7月31日までの検定記録2,491,801件の調査農家のうち産乳記録と合わせた情報2,249,005記録) を用い、各要因に基づき解析しました。

その結果、乳中尿素窒素濃度の支庁、年齢、検定季節、乳量、乳成分率、泌乳ステージ、P/F比、体細胞リニアスコアによる影響を考慮して平均値を推定しました (表1)。全道における乳中尿素窒素濃度の平均値±標準偏差は11.4±3.9mg/dlで、一般的な値は7.5~15.2mg/dlの範囲にありました。これを乳期別にみると、分娩後日数30日が9.9mg/dlと最も低く、305日の11.9mg/dlと2.0mg/dlの差がありました (図1)。乳成分では乳タンパク質率 (図2) および乳糖率が低いと、乳中尿素窒素濃度が高い傾向

がみられました。また、体細胞リニアスコアが高くなると乳中尿素窒素濃度は低下し、スコア7以上では9.0mg/dlでした。

表1 支庁別の記録数・割合とMUN値

支 庁	記録数	割合 (%)	MUN平均値
石 狩	94,610	4.2	11.0
空 知	53,780	2.4	11.1
上 川	60,068	2.7	11.4
後 志	47,478	2.1	9.8
渡島・桧山・胆振	58,036	2.6	10.3
十 勝	89,481	4.0	11.3
釧 路	422,594	18.8	11.0
根 室	495,033	22.0	10.2
網 走	436,576	19.4	10.4
宗 谷	311,065	13.8	12.3
留 萌	180,284	8.0	12.3
全道合計	2,249,005	100.0	11.4

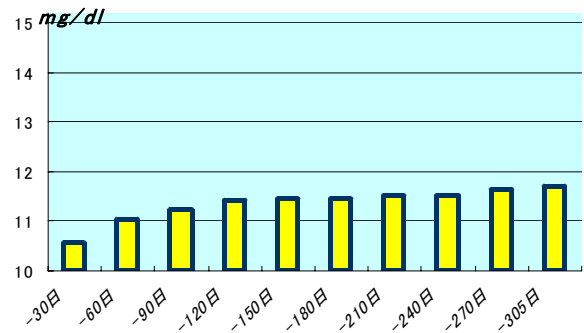


図1 分娩後日数別のMUN値

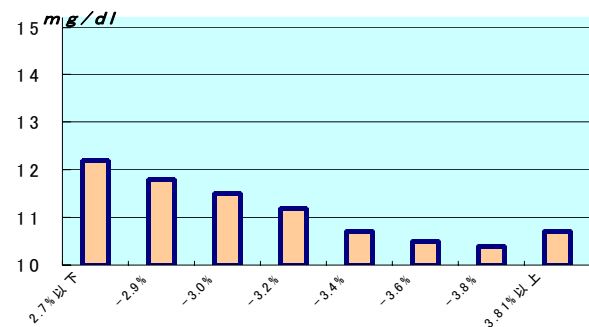


図2 乳タンパク質率階層別のMUN値

アンケート調査では放牧飼養体系がポイント

乳中尿素窒素濃度に及ぼす可能性のある要素についてアンケート調査した結果、回答は地域的にやや偏りがありましたが、次のことがわかりました。季節別の乳中尿素窒素濃度の変動は、年間の乳中尿素窒素濃度の高い農家群で特に夏季間に大きな上昇がありました。このことは、昼夜か制限かという放牧飼養体系ときわめて強く関連し、TMRか分離かという飼料給与方式との関連はみられませんでした（図3）。

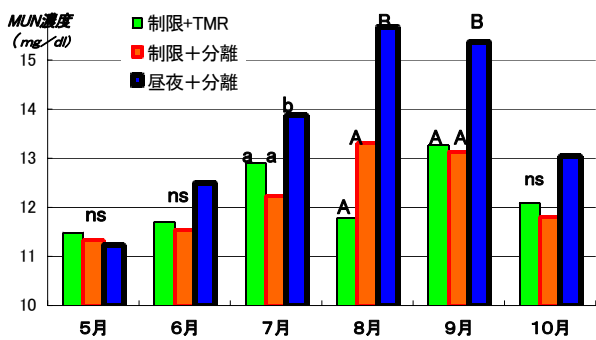


図3 放牧・飼料給与方式によるMUN値の季節変動
(ns:有意差なし、異文字間【小文字:5%、大文字:1%】に有意差あり)

赤外線分析法乳中尿素窒素値の特性と利用法

個体乳において日常検査法として使用されている赤外線分析法の分析値は、バラツキ程度を表す「差」（酵素法分析値－赤外線分析法分析値）の標準偏差が2.3mg/dlとバルク乳に比較して大きく、分析値が5mg/dl未満では赤外線分析法と酵素法による乳中尿素窒素値の間に有意な相関が認められませんでした（図4）。また、牛群の栄養診断指標として平均値を±1mg/dlの信頼幅で推定するにはサンプル数は9以上（80%信頼限界）必要であることが明らかになりました（図5）。

以上のように、全道の乳検成績（n＝約250万）に基づく乳中尿素窒素濃度の平均値と変動要因の解析結果は、牛群の栄養診断指標として用いる場合に参考となり、また、赤外線分析における乳中尿素窒素濃度値は、5mg/dl以下では信頼性がないことが明らかになりました。

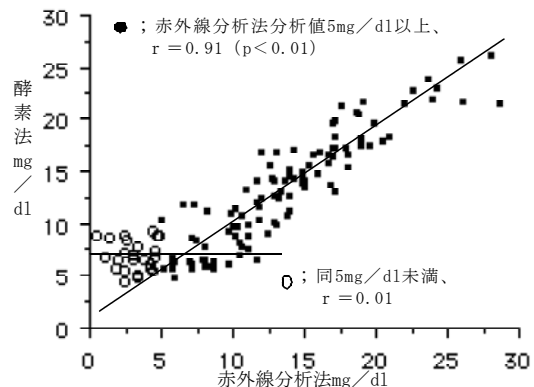


図4 個体乳における赤外線分析法と酵素法によるMUN分析値の関係

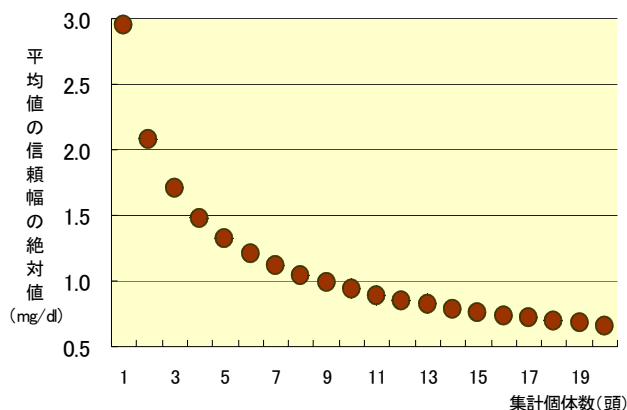


図5 集計個体数と平均値の信頼幅の関係
(個体乳における「差」の母標準偏差が2.3mg/dlの場合)

3. 留意点

- 1) 全道平均値±標準偏差（7.5～15.2mg/dl）を「乳中尿素窒素の暫定基準値」（平成8年度指導参考事項）に置き換えて全道版基準値とし、飼養条件等を考慮して牛群栄養診断指標に用います。
- 2) 個体情報からグループ平均値を推定する場合、平均値の精度を確保するため、乳牛のグループ分けに際し次の点に留意する必要があります。
 - ① 同一あるいは類似の飼料を給与されている乳牛を1つのグループとします。
 - ② 赤外線分析法による分析値が5mg/dl未満の個体は集計から除外します。
 - ③ 個体の重複を避けます。

牛乳処理室等の汚水の低コスト浄化処理

酪農施設科 木村 義 彰

(E-mail : kimurayo@agri.pref.hokkaido.jp)

1. 背景・ねらい

牛乳処理室から排出された牛舎排水（ミルクカーやバルククーラの洗浄水等の汚水）はタンパク質、脂肪分が多く、貯留中に腐敗し悪臭が発生します。このことは、牛舎周辺環境だけでなく、農村環境全体に対しても悪影響と悪いイメージを与えます。

そこで、牛乳処理室などから排出されるふん尿混入の少ない牛舎排水を対象として、冬期間でも排水基準¹⁾をクリアできる低コストな浄化施設を開発しました。

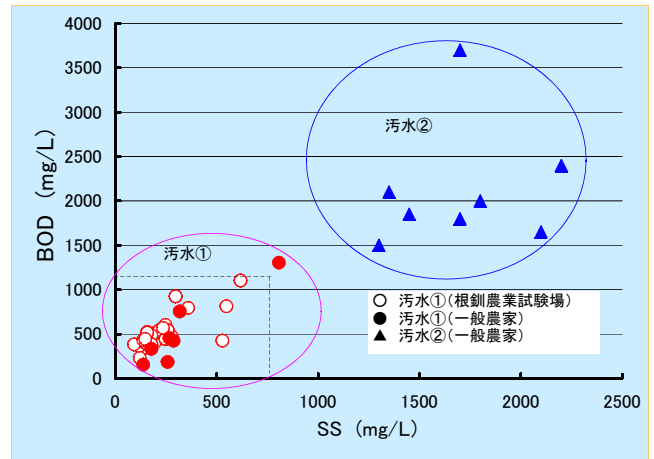


図1 牛舎汚水中のSSとBODの関係

2. 牛舎排水の性状は？

牛舎排水は、次のように分類されます（図1）。

汚水①：機械室、牛乳処理室、搾乳室の作業通路から排出されたふん尿混入の少ない汚水。

汚水②：機械室、牛乳処理室、搾乳室の作業通路、搾乳ストール、牛用通路の洗浄水などふん尿混入の多い汚水。

3. 浄化処理施設の開発

浄化施設の概要

開発した施設は、散気管を用いた曝気槽（一次処理施設）および微生物を保持するための坦体として蠣殻を用いた接触曝気槽（二次処理施設）で構成されます（図2）。

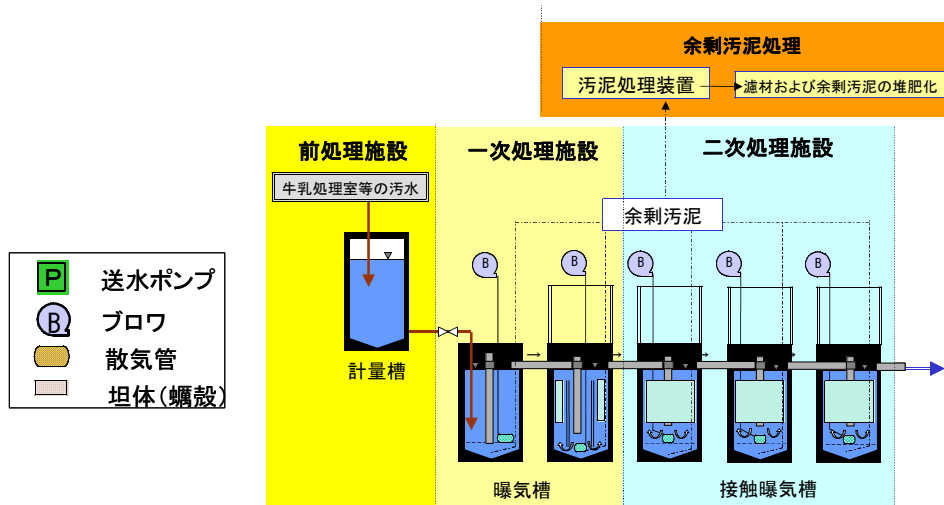


図2 浄化施設の概略図

施工価格は1日当たりの汚水排出量が2m³でBOD²が501~1000mg/Lの場合、約120万円になります。

施設の浄化能力は？

温暖期におけるSS³およびBOD除去率は、それぞれ95~96%と高い浄化能力を示しました(表1)。

また、浄化施設の汚水処理の限界を廃棄乳を添加した実験で検証すると、設計値の約2倍(1750mg/L)のBODの汚水を処理した場合、窒素(T-N)、リン(T-P)は排水基準(日平均)を満たすことができませんでした(表2)。

表1 牛乳処理室等の汚水および処理水性状(温暖期試験)

	pH	SS (mg/L)	BOD (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
牛乳処理室等の汚水	7.34	238	565	17.6	0.9
処理水	8.14	11.5	19.1	10.9	0.2
除去率(%)	—	95.2	96.6	37.9	73.3
排水基準(日平均)	5.80~8.60	150	120	60	8

表2 牛乳処理室等の汚水および処理水性状(高負荷試験)

試験区 (BOD負荷)		pH	SS (mg/L)	BOD (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
廃棄乳5L添加区 (1140mg/L)	汚水	7.02	720	1140	140	8
	処理水	8.11	66	90	45	4
	除去率(%)	—	90.8	92.1	67.9	50
廃棄乳10L添加区 (1750mg/L)	汚水	7.22	1160	1750	290	17
	処理水	8.15	140	120	140*	9*
	除去率(%)	—	87.9	93.1	51.7	47.1

*排水基準を満たせなかった値

施設の管理は？

この浄化施設を使って良好な状態で浄化処理するためには、汚泥の引き抜きおよび処理液の色の確認

(週1回程度)と散気管の洗浄(月1回程度)を行ってください。

処理水はどうするか？

処理水は、牛用通路の洗浄水など施設内利用(中水利用)や地下浸透させてください。

禁止事項

廃棄乳のBODは約12~15万mg/Lと高濃度です。このような、高濃度の汚水を施設へ投入すると、適正な浄化処理ができなくなってしまいます。このことから、設計値を極端に越えることとなる廃棄乳の投入は絶対避けなければなりません。

4. 最後に

開発した浄化施設は、牛乳処理室などから排出される排水(ふん尿の混入が少ないもの)を、排水基準を満たす水質まで浄化する能力があります。また、北海道の冬期間でも運転が可能で自家施工も可能な低コスト施設です。

1) 排水基準：

水質汚濁防止法に規定する特定施設を設置する工場・事業場等(特定事業場)から海・河川(公共用水域)へ排出する汚水など(排水)には、BOD・SS・有害物質などの項目ごとに汚染状態についての許容濃度が法令で定められています。この許容濃度を「排水基準」とよび、数値で表されています。

2) BOD(生物化学的酸素要求量)：

水の汚染度を示す有力な尺度であり、河川や汚水中の微生物で分解可能な有機物の量を示す指標です。

3) SS(浮遊物質)：

汚水中に懸濁している不溶性の物質で懸濁物質ともいいます。

牛床資材別の乳牛利用性と 異なる通路構造での乳牛の歩様状態

酪農施設科 高橋 圭 二

(E-mail : takahakj@agri.pref.hokkaido.jp)

1. 背景・ねらい

新たな牛床資材（厚手ゴムマット、ウォーターベッド）の乳牛利用性をオガクズ牛床などと比較して検討するとともに、フリーストール牛舎における乳牛行動との関連を明らかにしました。また、通路構造（コンクリート・ゴムマット・クロボクなど）による乳牛の歩く様子をビデオ撮影により調査し、それぞれの通路構造の特徴を検討しました。

2. 技術内容と効果

牛床資材

牛床資材として厚手ゴムマット、ゴムチップマットレス、およびウォーターベッドの利用性についてオガクズを対照区として検討したところ、それぞれの資材間に大きな差はなく、乳牛の横臥率や横臥時間割合を適正に維持できることがわかりました。

表1 牛床資材別の乳牛行動調査結果

項目	オガクズ	厚手ゴムマット 1	厚手ゴムマット 2	ゴムチップ マットレス	ウォーターベッド
調査日	2000/12/21	2001/1/17	2001/3/27	2001/4/17	2001/5/14
平均横臥率(%)	90.7	82.6	82.4	82.6	82.2

注. 厚手ゴムマット1および2は同一のゴムマットを使用した。

表2 牛床資材別の乳牛行動の平均時間と割合

項目	区分	オガクズ	厚手ゴムマット 1	厚手ゴムマット 2	ゴムチップ マットレス	ウォーターベッド
平均時間 (h)	全体	22.3	21.0	22.3	21.3	21.8
	牛床横臥	13.1	10.7	12.0	11.9	10.9
	牛床佇立	1.4	2.4	3.1	2.7	2.6
	通路佇立	2.2	1.9	1.7	1.4	2.4
	採食	5.3	5.7	5.1	4.9	5.6
	その他	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3
割合 (%)	牛床横臥	58.7	50.8	53.8	56.1	50.2
	牛床佇立	6.2	11.2	13.8	12.7	11.7
	通路佇立	9.7	9.0	7.8	6.5	11.1
	採食	23.8	27.3	22.8	23.1	25.5
	その他	1.6	1.7	1.8	1.6	1.5

注. 各試験の供試頭数は10頭で、フリーストール10床を使った。

牛床にいる乳牛のうち何頭が横臥しているかを示す横臥率は、日平均でオガクズでは90.7%と非常に

高いものでしたが、それ以外の厚手ゴムマット（1、2）、ゴムチップマットレス、ウォーターベッドでは82%台と同じ横臥率でした（表1）。

また、1日のうち牛床で横臥している時間の割合は50～59%でした。これは、一般的にいわれている40～60%の範囲に収まり、どの牛床資材も大きな問題がないことを示しています（表2）。

通路構造

通路構造として、クロボク敷き、コンクリート縦溝（写真1）、インターロッキング目地（写真2）、通路用マットを対象にするとともに、凍結した場合についても調査しました。

歩行状況を見ると、柔らかく滑りにくいクロボク敷き、通路用マット敷きでは歩幅が1.50～1.58mと広く、歩行速度も1.05m/s以上と速く歩きます（表

3）。

他方、縦溝目地やインターロッキング目地のコンクリート製で硬い通路では、1秒当たり歩数が0.65～0.67歩と少なく、歩幅も1.25～1.28mと狭い歩き方になります。

また、インターロッキング目地や凍結路面のような滑りやすい路面では、前肢の接地位置と後肢の接地位置が16.8～21.5cmと大きくずれる傾向がみられます。

3. 成果の活用面と留意点

乳牛歩行時の前肢と後肢の接地位置は、牛舎内通路等が歩行しやすいかどうかの判定に利用できません。

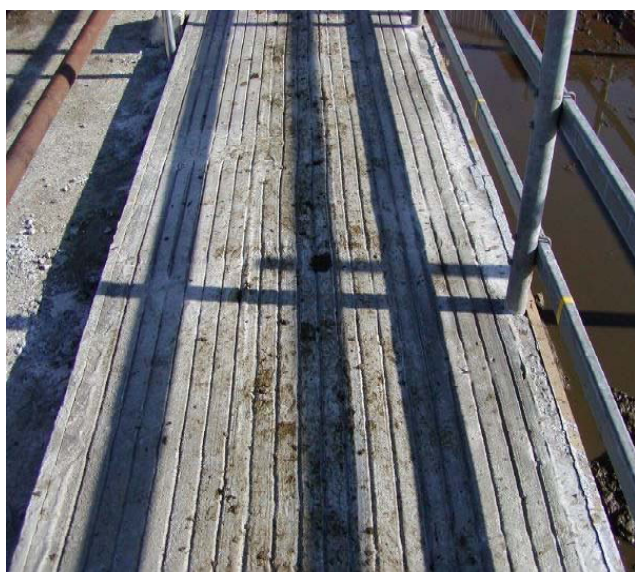


写真1 縦溝通路



写真2 インターロッキング目地

表3 通路仕上げ方法および通路条件別の乳牛歩行状況

通路区分	クロボク敷き	コンクリート縦溝	インターロッキング目地	通路用マット敷き	凍結路面
歩行速度 (m/s)	1.13	0.83	0.83	1.05	1.02
歩数 (歩/s)	0.72	0.67	0.65	0.70	0.81
歩幅 (m)	1.58	1.25	1.28	1.50	1.26
前後脚接地距離 (cm)	4.4	3.8	16.8	3.3	21.5

注. 凍結路面は5頭の平均。その他は10頭の平均。

研究成果

搾乳ロボットの利用実態と導入効果

経営科 原 仁、

酪農施設科 堂 腰 頭

(E-mail : harahs@agri.pref.hokkaido.jp) (E-mail : dokoshi@agri.pref.hokkaido.jp)

1. 背景とねらい

近年、搾乳労働の省力化や経産牛1頭当たり乳量の増加を図るために、搾乳ロボットを導入する経営が増加しています(2002年3月現在で41カ所)。そこで、搾乳ロボットの利用実態と技術的課題を明らかにするとともに、搾乳ロボットの導入目的や導入効果を検討しました。

2. 利用実態と導入効果

導入後の頭数と乳量の伸び

アンケート調査によると、搾乳ロボット導入経営は、導入後徐々に経産牛頭数を増やす傾向にあります。また、経産牛1頭当たり乳量は導入後2年目以降になると安定する傾向があり、導入前に比べ概ね7%の増加がみられました。

表1 搾乳ロボット導入年別にみた頭数および乳量の伸び率

搾乳ロボット導入年	経産牛頭数				経産牛1頭当り乳量の伸び率			
	導入前	導入後	伸び率	戸数	導入前	導入後	伸び率	戸数
平成10年以前	110	190	1.55	5	8310	8563	1.08	4
平成11年	110	142	1.33	5	8210	8640	1.06	5
平成12年	57	71	1.29	10	8358	8967	1.08	11
平成13年	101	113	1.17	15	8772	8882	1.02	12
計・平均	91	116	1.28	35	8484	8833	1.05	32

備考) アンケート調査農家38戸のうち、各伸び率が判明している事例のみの集計。

搾乳ロボットの導入目的 ～12事例の実態調査から～

①搾乳ロボットの導入にあたっては、いずれもフリーストール牛舎を新築しており、1戸を除き既存の牛舎や搾乳施設を併用していました。

②導入目的は、家族の世代構成、収益目標等の違いで2つのタイプが認められました。搾乳ロボットによる省力化を前提として、1つは規模拡大を目指すタイプであり、いま1つはワンマンファームを目指すタイプです。

表2 導入時の経営主の年齢と目指す方向

年齢階層	戸数	ロボット搾乳のみ			併用タイプ		
		ワンマン体制	省力化と規模拡大	省力化と軽労化	ワンマン体制	省力化と規模拡大	省力化と軽労化
～34	1				1		
35～39	1					1	
40～44	1				1		
45～49	8		1		2	5	
50～	1						1
計	12	0	1	0	4	6	1

注) 農家実態調査より集計。

利用実態と技術的課題

頻回搾乳¹⁾による高泌乳化には次の点が重要です。

① TMR²⁾の給与やはき寄せにより、飼槽に飼料を常時保つこと。これにより乳牛の採食行動を活性化させ、搾乳ロボットへの入室が促されます。その結果、搾乳頭数および採食頭数の平準化が図られ効率的な搾乳が可能となります。

- 1) 頻回搾乳：通常、乳牛の搾乳は朝夕の2回ですが、搾乳ロボットでは搾乳時間、回数を自由に設定可能。
- 2) TMR：粗飼料や濃厚飼料を混合した飼料。

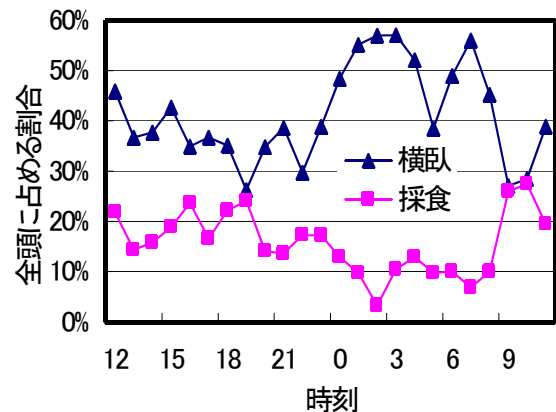


図1 K牧場における採食頭数割合の変化(飼料給与回数7回/日)

②搾乳回数の決定は分娩後日数と日乳量によって行い、1回当たり乳量が10kg程度を目安に設定し、濃厚飼料の給与は搾乳時間内に全量採食できるように設定します。

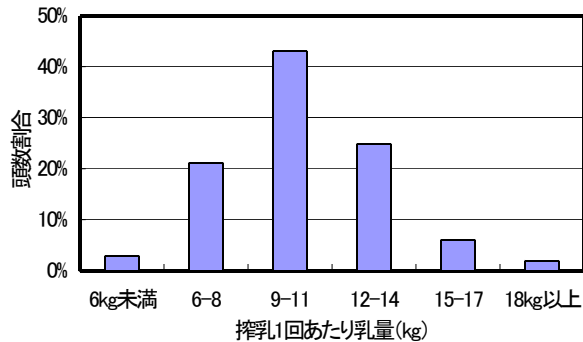


図2 搾乳1回あたりの乳量分布 (対象:導入後1年以上の5戸平均)

技術的課題としては、高泌乳牛の乳量の伸びが小さいことや細菌数の一時的上昇原因が不明確なこと、現在の搾乳ロボットでは確実に乳房炎牛や発情牛を発見できないこと、故障に対する不安解消のため搾乳ロボットの点検方法の確立があげられます。

搾乳ロボットの導入効果

つなぎ飼い経営（経産牛60頭）がフリーストール+搾乳ロボット体系へ移行する場合の経済性について、導入前の所得率が22%の事例をもとに増頭過程段階別に試算しました。

①搾乳ロボット1セットの導入に伴い年間費用は減価償却費や修理費等の増加により750万円程度増えます。導入直後は、労働時間は大幅に削減されますが、所得は1000万円あったものが400万円強へ大幅に減少し、家計費を充足できません。

②ワンマン化の目標となる経産牛85頭前後で所得はほぼ導入前の水準に達しますが、労働時間も導入前の水準に戻り、所得率22%ではワンマン化は困難となりました。

③搾乳ロボットをもう1セット導入する前段として既存牛舎併用による規模拡大をさらに図る場合、家族労働力2人では経産牛100頭前後が労力的に限界になり、その場合の所得は現状水準に対して50%ほど増加します。

④省力化を図りながら所得維持・拡大するためには、労働時間の増加要因である導入後の既存搾乳牛舎での増頭幅をできるだけ少なくする必要がありますことから、導入前の所得率は高い方が有利といえます（仮定：所得率30%、40%を参照）。

3. 留意点

本成績は、農家の実態調査に基づくことから、農家間の技術格差や経営の目指す方向によって得られる経営成果が異なることに留意が必要です。

表3 搾乳ロボット導入に伴い増頭を行った場合の省力効果と所得増加効果

		導入前	導入直後	既存牛舎 でやや規 模拡大	既存牛舎 で規模拡 大	既存牛舎 で最大限 規模拡大
経産牛頭数	頭	60	65	85	100	120
搾乳牛頭数	頭	51	55	72	85	101
ロボット搾乳	頭		55	60	60	60
既存牛舎搾乳施設	頭	51	0	12	25	41
経産牛1頭当たり乳量	kg	8,200	8,487	8,774	8,774	8,774
出荷乳量	t	492	554	746	877	1,050
総労働時間	時間	6,322	4,512	6,502	8,074	10,103
(事例)						
所得	千円	10,078	4,123	10,809	15,094	22,425
所得率	%	22.1	8.4	16.4	19.5	23.7
経産牛1頭当所得	千円	168	63	127	151	187
(仮定:所得率30%の場合)						
所得	千円	13,701	7,918	15,571	20,591	28,876
所得率	%	30.0	16.1	23.7	26.5	30.5
経産牛1頭当所得	千円	228	121	183	206	241
(仮定:所得率40%の場合)						
所得	千円	18,267	12,702	21,574	27,519	37,008
所得率	%	40.0	25.9	32.8	35.5	39.0
経産牛1頭当所得	千円	304	195	254	275	309

注) 導入前の経産牛60頭。既存牛舎搾乳施設はつなぎ飼い牛舎+ハイラインミルク。総労働時間は粗飼料生産時間を含む。仮定は事例の導入前の経費を一律削減し、所得率30%、40%として試算。

アルファルファ「ヒサワカバ」の 根釧地域における混播条件と永続性

作物科 牧野 司、 経営科 坂本 洋一

(E-mail : makinots@agri.pref.hokkaido.jp) (E-mail : sakamoyi@agri.pref.hokkaido.jp)

1. 背景・ねらい

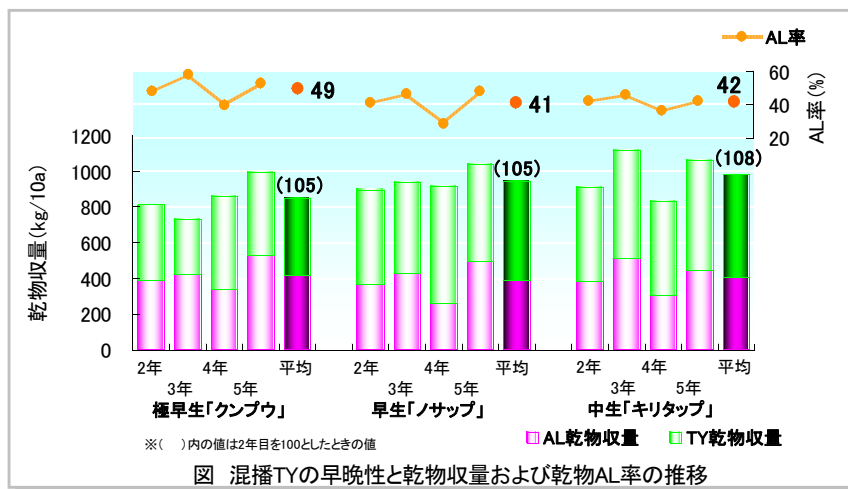
根釧地域におけるAL栽培について様々な試験が行われ、そばかす病抵抗性・耐寒性に優れたAL品種「ヒサワカバ」の育成、播種時期、播種量、初年目・2年目の刈取り適期を含む初期管理技術の開発などの成果があげられています。しかし、これらの品種、技術を用いたAL主体混播草場が何年もつのかは明らかになっていません。そこで、この研究では根釧地域におけるAL「ヒサワカバ」主体混播草場の永続性および導入メリットを明らかにしました。

2. 技術内容と効果

極早生～中生まで、どの早晩性のチモシーと混播しても5年以上もつ！

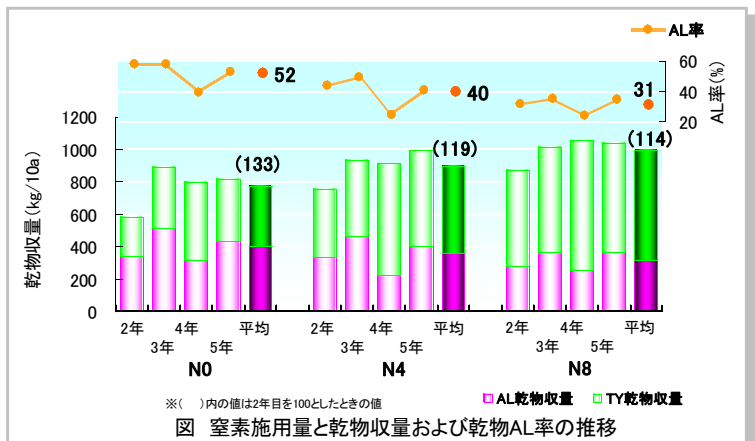
AL「ヒサワカバ」を早晩性が異なるTY品種と混播しても収量、AL率に違いは見られません。2～5年目の平均収量は2年目比で100以上と永続性も高く、5年以上もちます。

TY早生「オーロラ」、中生「アッケシ」でも同じ傾向でした。



窒素4～8kgなら収量も多く5年以上もつ！

年間10a 当たり窒素量が0kgでは収量はやや少ないですが、4～8kgでは十分な収量が得られます。AL率は窒素の増量に伴い低下しますが、窒素8kgでも平均で30%以上です。2～5年目の平均収量は2年目比で100以上と永続性も高く、5年以上もちます。



アカクローバ混播草地よりタンパク質生産でメリツトがある！

AL主体混播草地のメリツトをCP生産量からRC混播草地と比較しました。3年目からCP生産量は多くなります（右表）。

しかし、AL主体混播草地は種子代等でRC混播草地よりコストがかかります。そこでコスト差をCP量に換算しAL主体混播草地のCP生産量から減じて、コストを考慮したCP生産量で何年目にメリツトがあるかを検討しました。次表のAL主体の低コストはRC混播の作業体系に比べて種子だけをかえた場合、高コストは草地更新3年後から土壌の酸度矯正を隔年でおこない、最も多く土改資材などを投入した場合です。標準的な酪農経営は低コストから高コストの間にあると考えられます。5年程度維持することでコストを含めCP生産量でメリツトが出てきます。

CP生産量		(kg/10a)			
		2年目	3年目	4年目	5年目
AL主体	153	168	137	189	
RC混播	189	139	118	114	

CPの経年累積生産量		(kg/10a)			
		2年目	3年目	4年目	5年目
AL主体	低コスト	134	298	434	620
	高コスト	113	232	369	509
RC混播		189	328	446	561

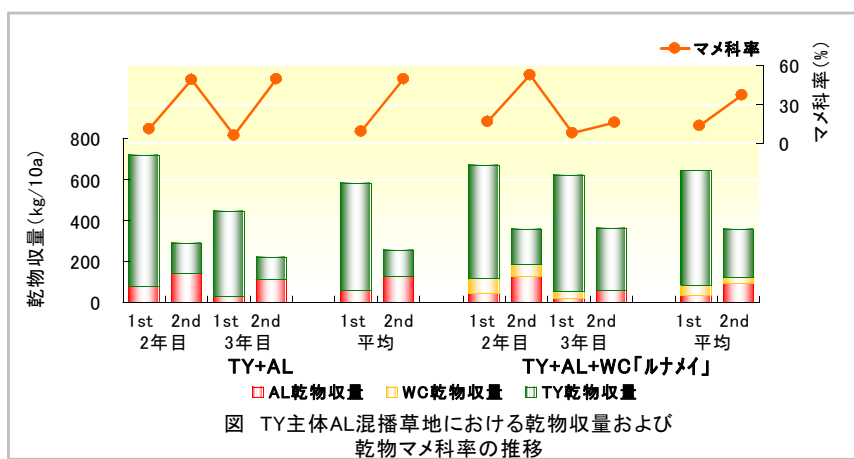
AL主体混播はRC混播とのコスト差をCP量で補正減量した値。

播種量を少なくするとアカクローバの代わりに使えます！

TYを主体としたAL混播の播種設計(AL0.5、TY1.2、<WC0.2>kg/10a)では、マメ科牧草が優先することなく、造成2、3年目のマメ科率はおよそ6~53%（平均で20%）で推移します。

3. 留意点

AL草地を長期間維持するのは初年目・2年目に株を充実させることが重要です。既往の初期管理技術に準拠して草地造成を行いましょう。



○本文、図表中に用いた略語

AL：アルファルファ、TY：チモシー、WC：シロクローバ、RC：アカクローバ、CP：粗タンパク質

牧草サイレージの品質と 乳牛の採食性からみた春のスラリー散布

乳牛飼養科 西道 由紀子

(E-mail: nisimiti@agri.pref.hokkaido.jp)

1. 背景・ねらい

牧草の収量や牧草の無機成分の適正範囲の維持の点から、スラリー散布は秋（10月下旬まで）と春（5月中旬まで）の年2回実施することが勧められています。しかし、春にスラリーを散布した後、牧草サイレージを調製すると、牛の「食い」が悪く、春のスラリー散布を避ける事例が多く見られます。その結果、秋にたくさんのスラリーを散布することになり、翌春の雪解けのときにスラリーの成分がたくさん流れ出てしまいます。これではスラリーが無駄になるばかりか、環境にも良くありません。

スラリーを散布した後で調製した牧草サイレージの「食い＝採食性」が悪くなる原因としては、原料草に付着したスラリーのニオイを牛が嫌うこと、またスラリーが付着することでサイレージの発酵品質が悪くなることが考えられます。堆肥については、サイレージへの混入量と採食性が検討されていますが、スラリーでは実際に付着量と採食性についての検討はありません。

また、根釧地域の5月は土壤凍結が解ける時期のため、マニユアスプレッダのような重機が入りにくくスラリー散布が遅れてしまう事例も見られます。このスラリー散布の遅れがスラリー付着量や採食性に影響を及ぼすことが考えられます。

そこで、春のスラリー散布に対する疑問点を解消するため、春に散布したスラリーが原料草へ付着する量、サイレージの発酵品質および乳牛による採食性に及ぼす影響を散布時期の違いとともに検討しました。

2. 技術内容と効果

スラリーの付着量

スラリーの散布を、指導されている5月中旬と、それより遅い5月下旬、さらに遅い6月上旬の3つの時期に行いました。その結果、スラリーの散布が遅くなるほど原料草のスラリー付着量は多くなりました（表1）。しかし、その付着量は多くて0.1%で、堆肥混入量の調査結果の約10%に比べ非常に少ないものでした。

表1. 原料草のスラリー付着量(%)

	5中区	5下区	6上区
	0.006	0.018	0.109
処理区名:	5中区(5月中旬散布)	5下区(5月下旬散布)	6上区(6月上旬散布)
	以上をまとめてスラリー散布区と略します(以下同じ)		

サイレージの発酵品質

原料草の一般成分は5月中旬、5月下旬、6月上旬のいずれの時期にスラリーを散布しても、化成肥料を散布（5月中旬）した草地の原料草に比べて違いはありませんでした（表2）。

表2. 原料草の飼料成分

	化成区	スラリー散布区		
		5中区	5下区	6上区
乾物	27.3	27.8	27.6	31.1
有機物	89.5	90.0	88.4	89.4
粗タンパク質	17.5	16.2	16.6	16.8
NDF	57.5	61.0	58.9	60.6
NFC ¹⁾	10.3	8.9	9.3	8.2
粗脂肪	4.2	3.9	3.6	3.8

(乾物は%、乾物以外は乾物中%)

¹⁾非繊維性炭水化物

処理区名:化成区(5月中旬に化成肥料を散布)
以下同じ

また、この原料草を1日予乾して調製したサイレージの一般成分も、どの時期にスラリー散布しても化成肥料を散布した草地のサイレージと比べて違いはありませんでした。

サイレージの品質判定は、全窒素（TN）中の揮発性塩基性窒素（VBN）の割合（VBN/TN）と、揮発性脂肪酸（VFA）含量を用いて計算するV-SCOREによって行いました（表3）。

VBNは主に原料層草のタンパク質が分解された結果生じるアンモニアです。V-SCOREは80点以上で「良」ですので、いずれの時期にスラリー散布しても、化成肥料の草地のサイレージに劣らず、良質のサイレージと判断されました。

表3. サイレージの化学的品質

	化成区	スラリー散布区		
		5中区	5下区	6上区
pH	4.1	4.1	4.4	4.4
VBN/TN(%)	6.9	6.8	7.0	7.7
VFA(原物中%)	0.2	0.3	0.4	0.4
VFA組成(モル比、%)				
酢酸	98.4	98.5	91.0	89.7
プロピオン酸	1.6	1.3	8.6	7.0
酪酸	0.0	0.2	0.4	3.3
V-SCORE	96.3	96.0	93.6	90.6

乳牛の採食性

牛が2つの餌を同時に与えられた場合にどちらを選ぶか、つまりどちらがより好きかという「飼料選択性」は、スラリー散布区のほうがポイントが低く、化成肥料の散布より嫌われていることがわかりました。さらにスラリーの散布時期が遅くなるほど、よりポイントは低くなり、より嫌われる傾向が見られました（表4）。

しかし、牛が好きだけ食べられる状態にして測った採食量（自由採食量）は、いずれのスラリー散布時期のサイレージも、化成肥料の草地からのサイレージと比べて違いはありませんでした。

表4. 飼料選択性(ポイント)および

	自由採食量(乾物kg/日)			
	化成区	スラリー散布区		
		5中区	5下区	6上区
飼料選択性	2.1	1.6	1.4	0.9
自由採食量	12.5	11.9	13.0	12.5

このことから、スラリーは付着量が少なくても牛に嫌われるニオイが残ると考えられましたが、採食量に影響するほどではないことがわかりました。

まとめ

以上のように、春にスラリーを散布しても、サイレージの発酵品質や乳牛による採食量が低下することはありません。スラリーの有効利用のために、積極的に春にスラリーを散布してください。なお、スラリーの肥料としての効果と環境への影響を考え、根釧地域では5月中旬までにスラリーを散布してください。

3. 留意点

この試験では、北海道施肥標準にしたがったスラリー量を散布しました。基準より多くスラリーを散布すると、牧草の生育阻害や無機成分の過剰によって飼料品質が低下するとともに、原料草のスラリー付着量も多くなります。その結果、サイレージの発酵品質や乳牛による採食性に悪影響の出ることが予想されます。スラリーの散布量は基準を守ってください。

寒地火山灰草地を更新時における たい肥施用限界量と減肥可能量

草地環境科 木場 稔 信

(E-mail : kobatosi@agri.pref.hokkaido.jp)

1. 背景・ねらい

北海道の草地酪農地帯では、大規模な酪農生産に伴って発生する大量の乳牛ふん尿が地下水や河川を汚染する危険性が指摘されています。北海道では、草地の造成・更新時におけるたい肥施用量の目安をマメ科牧草維持の観点から 5 t / 10 a と指導していますが、たい肥の肥料効果と環境への影響については十分に検討されてきませんでした。本試験では草地更新時におけるたい肥の肥料効果を確認するとともに、たい肥施用に伴う無機態窒素による地下水汚染のリスクを評価しました。これによって、環境影響と生産性に留意した草地更新時のたい肥の施用限界量を設定します。

2. 技術内容と効果

堆肥施用によるマメ科牧草の衰退

チモシー・シロクロバ混播草地の更新時に 5 t / 10 a を越えるたい肥を施用すると、維持管理時にほ

とんど無窒素の施肥管理を行っても、マメ科牧草は衰退しました (図 1)。

このことから、窒素過剰によるマメ科牧草の衰退が考えられ、既往の知見が追認されました。

チモシー単播草地における堆肥施用量の上限

チモシー単播草地で化学肥料を無施用にすると、たい肥施用量 30 t / 10 a でも低収となり、単播草地において乾物収量を確保するには、化学肥料の施用が必要でした。たい肥を 20 t あるいは 30 t / 10 a 施用すれば化学肥料がなくても養分供給量は十分ですから、低収の理由はたい肥が緩効的に無機化したことで早春の幼穂形成期に窒素が不十分になり、有穂茎数が確保されなかったためと思われました。

また、化学肥料を北海道施肥標準の半量施肥すると (1/2 施肥標準区)、更新 2 年目におけるチモシー単播草地の乾物収量は、たい肥施用量 5 t / 10 a でおおむね良好な水準 (施肥標準区の 77% 程度) に

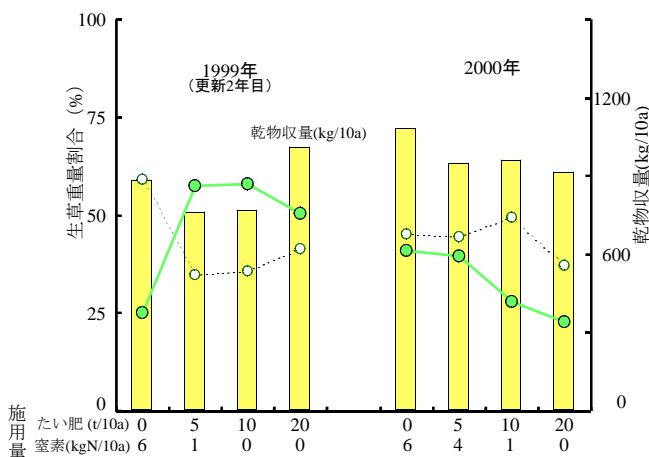


図1. 草地更新時のたい肥施用量がチモシー・シロクロバ混播草地の乾物収量と草種構成に及ぼす影響 (たい肥施用に応じ減肥)

●○: チモシー (%) ●: シロクロバ (%) ■: 乾物収量

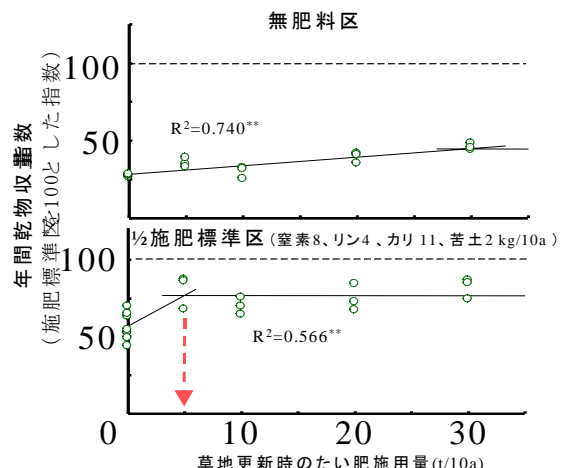


図2. 草地更新時におけるたい肥施用量がチモシー単播草地の乾物収量に及ぼす影響 (更新2年目)

*: 施肥標準区の年間乾物収量 1333 kg / 10 a

** : 危険率 1% 水準で有意, 折れ線モデル (大塚, 1978) により解析

なり、それ以上の施用量では頭打ちとなります。

すなわち、この条件では乾物収量に関して効率的なたい肥施用量の上限は5 t/10aでした(図2)。

堆肥施用による減肥可能量

表1. 草地更新時のたい肥施用による減肥可能量(チモシー単播1/2施肥標準区)

年次	養分	年間養分吸収量(kg/10a)			たい肥1t当たりの 養分吸収増加量 (A-B)/5t	たい肥1t当たりの 減肥可能量 (kg/t)
		たい肥5t/10a施用区 A	たい肥無施用区 B	差 A-B		
1999年 (更新2年目)	窒素(N)	14.5	10.0	4.5	0.91±0.43*	1.0
	リン(P ₂ O ₅)	6.9	4.8	2.1	0.41±0.22*	→ 0.4**
	カリ(K ₂ O)	25.7	16.5	9.2	1.83±0.80*	1.5
2000年	窒素(N)	14.6	11.4	3.3	0.65±0.38*	0.5
	リン(P ₂ O ₅)	5.7	4.4	1.4	0.27±0.14*	→ 0.3**
	カリ(K ₂ O)	23.4	17.5	6.0	1.19±0.66*	→ 1.0**

*:95%信頼区間

** : 本成績より新たに追加された数値

この条件の年間養分吸収量から、たい肥無施用条件の養分吸収量を差し引けば、たい肥施用による養分供給量が見積もられるので、この量を化学肥料の減肥可能量とします。

こうして得られた窒素と更新2年目のカリの減肥可能量は、平均的なたい肥で得られた既存の値と同等になりましたので、本成果で新たに算定されるリンと更新3年目のカリについても平均的なたい肥施用に伴う減肥可能量として提示できます(表1)。

潜在的な窒素流出可能量

上記の窒素の減肥可能量は、一般的なたい肥の施用時に、見かけ上たい肥から牧草に供給される窒素の量に相当します。そこで、これをたい肥由来の投入窒素量とみなし、チモシー単播草地における比較的移動しやすい窒素の収支を求めると、浸透水の無

表2. チモシー単播1/2施肥標準区における牧草の未利用窒素から推定した草地更新後1年間における浸透水中無機態窒素濃度の平均値(1998年8月6日~1999年8月25日)

たい肥施用量 (t/10a)	投入窒素量(kg/10a)		牧草による 窒素吸収量 (kg/10a)	未利用 窒素量 (kg/10a)	浸透 水量 ²⁾ (mm)	浸透水中 無機態窒素濃度 (mg/L)
	たい肥 由来 ¹⁾	化学 肥料 合計				
0	0.0	12	11.0	1.0	964	1.0
5	5.0	17.0	15.9	1.1	''	1.2
10	10.0	22.0	13.3	8.7	''	9.0
20	20.0	32.0	15.6	16.4	''	17.0
30	30.0	42.0	16.0	26.0	''	27.0

1): 表1の減肥可能量(たい肥から牧草に移行しうる窒素量)とたい肥施用量の積

2): 1998年8月6日~11月5日(降水量-Thornthwaite法による蒸発散量) 1998年11月6日~1999年8月25日(ライシメーターによる浸透水量)

機態窒素による負荷のリスクはたい肥施用量とともに増大しました(表2)。しかし、この試算は表中の未利用窒素がすべて流出し、浸透水に均一に溶けたと仮定しているため、あくまで潜在的な窒素流出の可能性を見積もったものであることに留意する必要があります。

堆肥の施用限界量は5t/10a

以上により、5 t/10aを越えるたい肥施用は、乾物収量に対する肥料効果の低下、マメ科牧草の衰退、環境負荷の増大を引き起こす恐れがあります(図3、4)。そこで、寒地火山灰草地の更新時におけるたい肥施用限界量は従来通り5 t/10aとします。

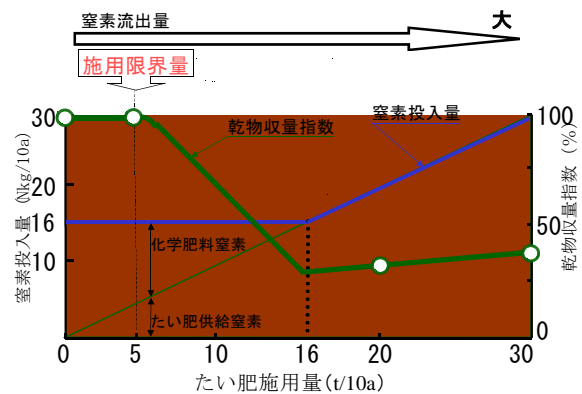


図3. 生産性と環境に留意した火山性土における草地更新時のたい肥施用限界量(チモシー単播草地)

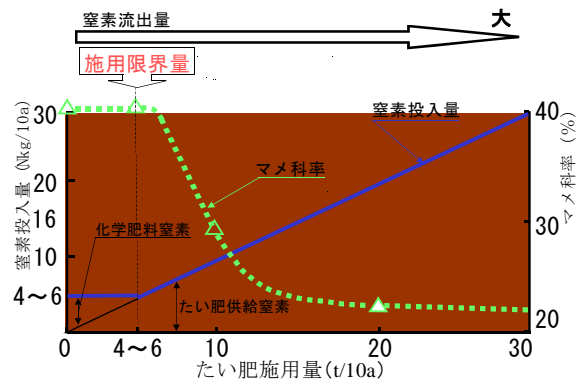


図4. 生産性と環境に留意した火山性土における草地更新時のたい肥施用限界量(チモシー・シロクロバ混播草地)

研究成果

新しい牧草品種と機械

アルファルファ「北海3号」

「北海3号」は従来の品種（「マキワカバ」および「ヒサワカバ」）に比べて収量性、永続性および越冬性がさらに改良された新品种です。側根の割合が多く、秋の休眠性が高いので、根釰地域のような寒地への適応性が高いと考えられます。開花時期は「マキ

ワカバ」および「ヒサワカバ」とほぼ同じ時期です。草型が開張型（開いた形）のため、倒伏程度は大きく見えますが、実用上は問題ありません。しかし、適期刈りにつとめ、刈遅れに注意して下さい。

種子供給は2006年（平成18年）からの予定です。

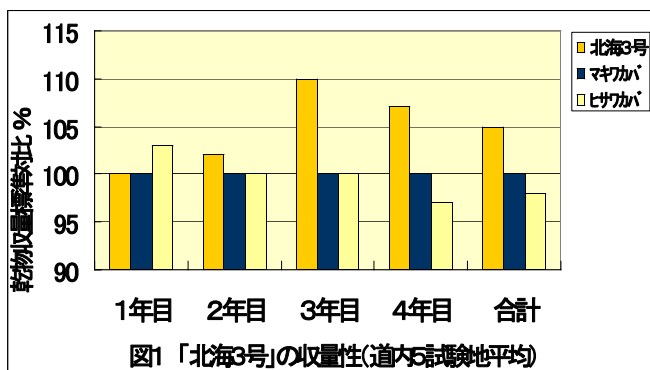


写真1 「北海3号」一番草の草姿

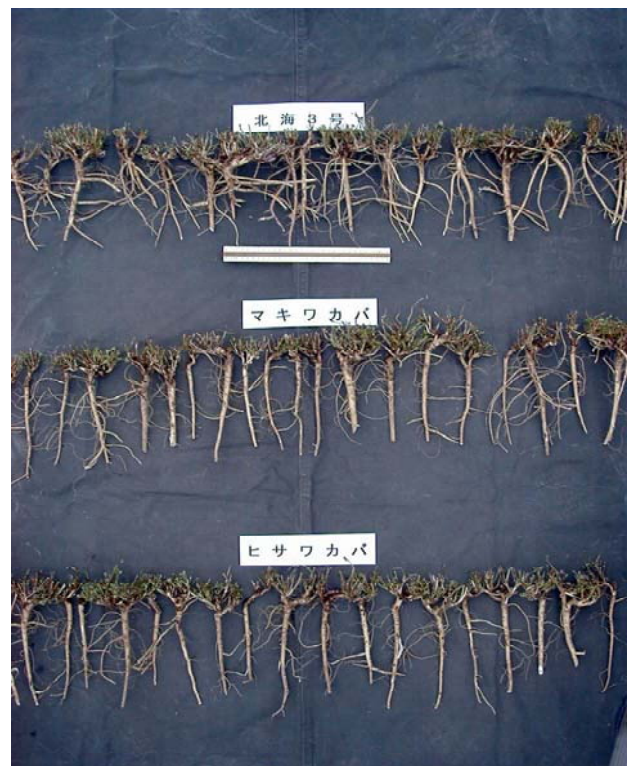


写真2 アルファルファの根の形状

表1 アルファルファ「北海3号」の主要特性

調査形質	北海3号	マキワカバ	ヒサワカバ	備考
永続性	110	106	103	4年目/2年目収量比%、5場所平均
越冬性	6.2	5.5	5.6	1：不良～9：良 4場所平均
萌芽良否	6.0	5.4	5.2	1：不良～9：良 5場所平均
春の草勢	6.5	5.7	5.9	1：不良～9：良 5場所平均
耐寒性	中～やや強	中	やや強	寒性検定試験による総合評価
秋の草勢	4.0	4.7	5.5	1：不良～9：良 5場所平均
草型	6.5	5.0	4.5	1：直立～9：開張 北農研
倒伏程度	4.9	3.0	3.0	1：無～9：甚 5場所平均
そばかす病	4.2	4.3	4.4	発生程度0：無、1：微～9：甚 5場所平均

新しい農業機械(飼料生産関係)

1. 自走式モーアコンディショナ

型式：BIG-M

試験期日と場所：平成14年6月、別海町

作業時の機体全長は7640mm、全高が3545mm、全幅が9130mmで、牧草は8連のディスク型モーアヘッド(刈幅2995mm)3基で刈取りし、全刈幅は8785mmです。

左右のモーアヘッドに横送りオーガを装着することにより、3列のウインドローを1列にすることができます。コンディショニングはフレール型です。

試験圃場はチモシー主体のほぼ平坦な草地で、草丈94.3cm、水分80.1%、収量38.0t/ha。横送りオーガありで、作業速度1.45～3.12m/秒の3段階で試験しました。

その結果、牧草刈りの高さは7.5～7.6cmとほぼ一定でした。平均速度2.2m/秒での刈り取り重量は、1時間あたり251t。ウインドローの集草列の寸法は幅220～280cm、高さ62～80cmでした。

平均作業速度2.28m/秒で、外周の回り刈り作業を含めた作業能率は5.11ha/時でした。



写真1 自走式モーアコンディショナ

2. ロールペーラ

型式：RP520MASTER

試験期日と場所：平成14年8月、置戸町

牽引式で可変径式のカッピング装置付きロールペーラです。機体の全長は5229mm、全幅2560mm、全高3150mm、重量は4100kg。ペールの成形幅は123cmで、直径110～200cmの範囲で成形でき、結束方法はネットのみです。

麦稈(水分約22.4%)を大型レーキで集めた後、幅1.5m、高さ約50cmのウインドローを使い、ペール径200cmで作業速度1.68、2.05、2.44、2.47m/秒の4段階で試験しました。成形したペールの形状は幅124～126cm、直径202～206cm、重量515～545kg。作業速度による差はみられませんでした。時間当たり麦稈拾上げ量の増加にともなってペールの密度が減少する傾向がみられました。

ペール径180cmでの作業能率は、4.64ha/時でペール個数は15個。またペール径を200cmとした場合の推定作業能率は、4.79ha/時でペール個数は12個となりました。

ペール径200cmでの平均馬力は49.8～67.9PS、最大馬力は70.4～92.2PSでした。適応トラクタ馬力は100PS以上です。



写真2 ロールペーラ

新しく始まる研究課題の紹介

寒地中規模酪農における集約放牧技術の確立(平成15～19年)

根釧地域の酪農が中規模にふさわしい「ゆとり」を目指し、新たに放牧を導入したり、より放牧を重視した酪農経営に移行するための手順を、これまでの開発技術や新草種の併用を含めて現地で組み立て実証して明らかにします。また、放牧に適した酪農経営の条件を示すとともに、放牧の飼養条件と牛乳の機能性成分、乳製品品質の関係を明らかにします。

個別農家用低コストメタン発酵処理施設の開発・実証(平成15～16年)

個別農家用のメタン発酵処理施設の実施設設計・施工および運転試験を行い、より低価格な普及版個別農家用メタン発酵処理施設を開発します。さらに、貯留式発酵槽に組み込む連続式発酵槽のユニット化を検討し、既設のスラリータンクや地下ピットを利用した既存施設利用型メタン発酵処理施設を提案します。

リモートセンシング及びGISを応用した草地生産基盤評価法の開発(平成15～17年)

人工衛星データや航空写真を活用・解析し、草地を広域に調査して、永続性や生産性について圃場毎に評価する手法を開発します。内容は、①草地における植生衰退要因（滞水、アイスシット害、寡雪・凍害、不良植生）を抽出 ②植生衰退要因、牧草収量と人工衛星データの関係解析 ③実際の基盤整備事業で活用できるかモニターします。この研究により、草地の基盤整備や更新等の事業に、事業採択の必要性や適正な施工内容の情報を提供できます。

搾乳ロボット利用技術の確立による超省力酪農経営類型モデルの策定(平成15～20年)

搾乳ロボットの今後の普及を踏まえ、技術的課題（頻回搾乳に対応した飼養管理、衛生的乳質管理、放牧との連携等）を早急に解決するとともに、搾乳ロボットの導入目的（ゆとりモデル、ゆとり+所得拡大モデル）別に技術の体系化を図って、新たな酪農経営の類型モデルを策定します。

傾斜地における緩衝帯の土砂・養分流出防止機能の解明(平成15～19年)

酪農が河川の水質に及ぼす影響が問題になりつつあります。草地では、降雨や融雪によって土砂や肥料成分が流出し、河川・湖沼などの水質に悪影響を及ぼすことが懸念されています。そこで、本研究では、緩衝帯としての林地や草地などの植生が土砂・養分の流出を削減する効果と、その適切な配置法を検討します。

泥炭草地に浄水汚泥を置土した場合の影響評価(平成15～17年)

暗渠排水が効きにくい低標高の湿地草地では、草地更新時に土を搬入して地形を改変し、表面排水による改善を図っています。この試験では、浄水場から排出される産業廃棄物「浄水汚泥」を草地の置土材として用いた時、牧草の発芽・定着やその後の生育に異常はないか、危険な物質が牧草や地下水に移行しないかなど、「浄水汚泥」の置土材としての適性を調べます。

酪農講座 (平成14年11月21日 阿寒町)



酪農フォーラム



第6回「酪農を核とした新しい産業創出に向けて」
—牛乳の原点に学ぶ—
北海道経済団体連合会名誉会長
戸田一夫氏



第8回「今後の酪農情勢と酪農経営、
地域が取り組むべき課題」

酪農総合研究所第2研究部長 並木健二氏



第7回「搾乳ロボットの普及状況と
導入時の経営的条件」
前酪農総合研究所上席研究員 平山秀介氏
(北海道畜産技術連盟と共催)



第9回「哺育・育成の実例と土地からの牛乳生産」
帯広畜産大学助手 花田正明氏(右)
道立畜産試験場 大坂郁夫氏(左)
(北海道畜産技術連盟と共催)

根釧農試研究通信第12号

発行／北海道立根釧農業試験場
〒086-1153 北海道標津郡中標津町桜ヶ丘1-1
TEL 01537(2)2004 FAX 01537-(3)5329
印刷／〇〇〇〇株式会社