

根 釧 農 試

# 酪農研究通信

第21号 2012年3月



## 中温熟成でおいしいチーズの作り方

チーズの風味を高める中温熟成は、特色ある製品作りの手段になります（写真左）。  
中温熟成では、酪酸発酵による異常な風味や膨張が問題となります（写真右上）。  
酪酸菌の少ない高度清浄原料乳を用いることで、良好な中温熟成が可能です（写真右下）。



地方独立行政法人  
北海道立総合研究機構  
農業研究本部 根釧農業試験場

北海道標津郡中標津町旭ヶ丘7番地  
TEL(0153)72-2004 FAX(0153)73-5329



根釧農業試験場において、平成23年度に終了した主な研究成果の要約と、試験場が主催した主な行事をまとめました。酪農の生産・普及・行政の現場でご利用下さい。

## 第 2 1 号 目 次

### 平成 2 3 年度の研究成果

1. 小規模工房で特色あるチーズを製造する方法 . . . . .	1
(小規模チーズ工房における原料乳の酪酸菌制御法とそれを用いた中温熟成法)	
2. 北海道におけるブラウンスイス種の特性 . . . . .	3
(自給粗飼料資源を活用した特色ある酪農のためのブラウンスイス種の利用法)	
3. 搾乳ロボットを使って搾乳回数をコントロールすることにより、 牛群の乳量差を小さくして、ボディーコンディションスコアを改善する . . . . .	5
(泌乳中後期の多回搾乳が泌乳持続性およびボディーコンディションスコアに及ぼす効果)	
4. 超音波画像（エコー）を用いた子宮の検査法 . . . . .	7
(乳牛における超音波断層法を用いた分娩後の子宮修復の判定基準)	
5. 空から採草地のマメ科率を調べよう！ . . . . .	9
(航空機観測ハイパースペクトルデータを用いた採草地のマメ科率区分推定法)	
6. 除草剤を使わない草地更新技術 . . . . .	1 1
(イタリアンライグラスを用いた無除草剤草地更新技術)	
7. 現在の採草地の植生は悪い！草地更新時に原因がある？ . . . . .	1 3
(根釧地域の草地更新時における植生悪化要因の実態)	
平成 2 3 年度の主な行事 . . . . .	1 5
根釧農試公開デーなど	

詳しい情報や内容に関するお問い合わせは、各担当者にお寄せ下さい。この資料中の成果名は要約版です。お問い合わせ・検索にはカッコ書きした（課題名）をご利用下さい。これまでの研究成果については、インターネットで情報を提供しています。併せて活用して下さい。

◆根釧農業試験場 (<http://www.agri.hro.or.jp/konsen/konsen1.html>) から「研究成果」を選択

◆北の農業広場 (<http://www.agri.hro.or.jp/center/index.html>) から「試験研究成果一覧」を選択  
(畜産以外の水田、野菜、畑作などの情報も検索できます)

## 小規模工房で特色あるチーズを製造する方法

(小規模チーズ工房における原料乳の酪酸菌制御法とそれを用いた中温熟成法)

乳牛グループ 窪田明日香

(E-mail : kubota-asuka@hro.or.jp)

### 1. 背景・ねらい

小規模チーズ工房(以下、小規模工房)では、特色のある製品の開発が求められています。熟成温度を低温域(9℃以下)から中温域(12-16℃)に上げることは、チーズの風味を高め特色ある製品作りの手段の1つです。しかし、ゴータ

チーズでは、中温熟成1~2ヶ月目で酪酸発酵による異常な風味や膨張(大きな



図1 酪酸発酵したチーズ

穴や亀裂)が起こり問題となります(図1)。そのため小規模工房で中温熟成を行うには、酪酸菌数の少ない高度清浄原料乳を生産する必要があります。そこで、1kgサイズのゴータチーズについて高度清浄原料乳の酪酸菌数水準、高度清浄原料乳の生産方法、および中温熟成条件を検討しました。

### 2. 技術内容と効果

#### <生乳の酪酸菌数測定法>

従来の酪酸菌数の測定法(検出範囲:300-110,000個)と酸素透過性が低いパウチ(袋)による嫌気培養法をもとに小規模工房で測定ができ、検出範囲が低い(3-1,100個)酪酸菌測定法(パウチ法)の有効性を確認しました。

#### <高度清浄原料乳の基準>

酪酸菌数の異なる原料乳からチーズを製造し、熟成温度を9℃と15℃に振分け、3ヶ月間熟成

後のチーズ膨張の有無について調査しました(写真1)。原料乳中酪酸菌数が150個以下の場合、異常膨張は確認できませんでした(図2)。このことから、高度清浄原料乳の酪酸菌数の基準は150個以下としました。

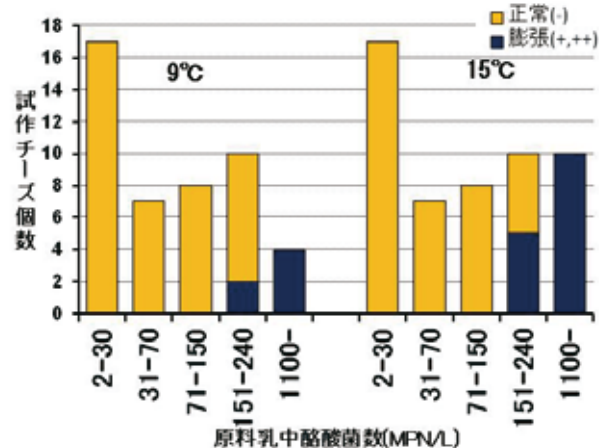


図2 原料乳中酪酸菌数と熟成中に膨張がみられたチーズ個数

正常(-) 膨張(+) 顕著な膨張(++)

横



上



写真1 酪酸発酵による膨張の状況

### ＜原料乳への酪酸菌混入ルート＞

牛舎環境中の酪酸菌数は、飼料では 1g 中 3,600 個、糞便では 13,000 個、汚れた敷料(乳頭付近)では 3,600 個でした。たとえば、1,000L のバルク乳に糞便が 12g 混入した場合、バルク乳中の酪酸菌数は 156 個と高度清浄原料乳の基準を超えてしまいます。このため、敷料や糞便、汚れた敷料の酪酸菌の混入がバルク乳への酪酸菌汚染源と考えられました。一方、清拭後の乳頭に付着している酪酸菌数は少なく、これはバルク乳への酪酸菌汚染源ではないと考えられました。

### ＜原料乳への酪酸菌混入防止対策＞

牛体や蹄の汚染防止、ライナーの汚染対策や落下防止などの搾乳衛生対策を実施した農場では、原料乳中酪酸菌数が 150 個を超える割合が対策前の 34 回中 9 回(26.4%)から、対策後は 94 回中 2 回(2.1%)に減少しました。しかし、常に 150 個以下を維持することは困難でした。

### ＜高度清浄原料乳の生産方法＞

バルク乳の酪酸菌数を複数回測定します。測定結果が、ほぼ 150 個以下の場合、特に新たな低減対策は必要なく、高度清浄原料乳の生産が可能と考えられます。一方、ほぼ 150 個以上の場合、酪酸菌の混入ルートを調査し、新たな搾乳衛生対策を実施します。その後、バルク乳を複数回測定し酪酸菌数の減少を確認します。

### ＜中温熟成チーズの特徴＞

A 工房において従来品と同じスタータを用いて 15℃で熟成したチーズの遊離アミノ酸量は、全ての期間(1~4ヶ月)において9℃または12℃に比べ高い値を示しました(図 3)。官能検査では、15℃で 2 ヶ月熟成したチーズは 9℃に比べうま味が強いと判定されました。このことから、中温熟成法は熟成温度 15℃・熟成期間 2 ヶ月以上が良いと判断しました。

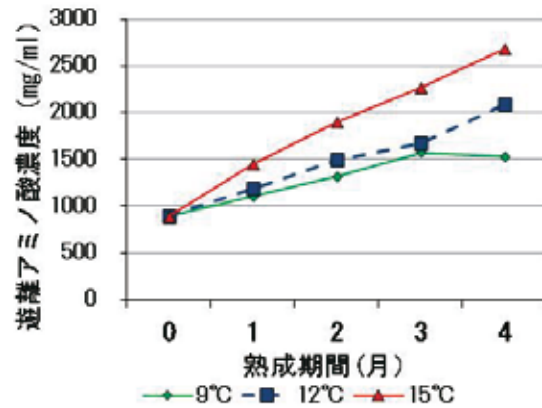


図 3 熟成温度別チーズ中遊離アミノ酸量の推移  
＜中温熟成チーズの商品化＞

A 工房において、商品化用に選定されたスタータを用いて 15℃で熟成したチーズの遊離アミノ酸量は、9℃に対する比が 2 ヶ月目では 1.3 倍、4 ヶ月目で 1.2 倍でした。官能検査でも熟成 2 および 4 ヶ月目で熟成温度 9℃に比べ香りが良いまたは強いと判定されました。また、15℃で 4 ヶ月熟成したチーズは従来品(9℃・2 ヶ月)に比べ、遊離アミノ酸量とうま味に関与するグルタミン酸量は 2 倍以上でした(図 4)。

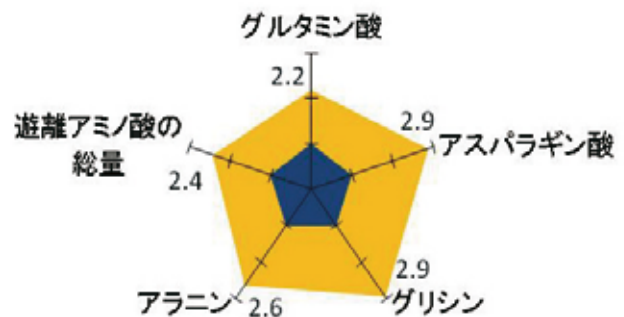


図 4 A 工房における従来品と商品化チーズの各遊離アミノ酸量の比較(2ヶ月・9℃の従来品を 1 とする)

### 3. 留意点

この成績は 1kg サイズのゴーダタイプチーズで得られたものであり、小規模工房における中温熟成チーズの製造に利用できます。

中温熟成チーズは各小規模工房の販売方針に合わせて熟成期間やスタータを選定する必要があります。また、パウチ法により原料乳中の酪酸菌数を把握する必要があります。

## 北海道におけるブラウンスイス種の特性

(自給粗飼料資源を活用した特色ある酪農のためのブラウンスイス種の利用法)

乳牛グループ 戸荻 哲郎

(E-mail : togari-tetsuro@hro.or.jp)

### 1. 背景・ねらい

北海道酪農は一層のコスト低減とともに、特色ある地域ブランドの確立が急務となっています。現地では、乳蛋白質率が高く、放牧や粗飼料利用性に優れるとされるブラウンスイス種(以下BS)を導入し、乳加工利用による地域ブランド化が期待されています。しかし、BSの発育、産乳能力や粗飼料利用性、特に放牧適性を具体的に示す情報は少なく、副産物である雄牛の産肉性も明らかでないことが問題となっています。

そこで、道内のBS飼養農場を調査するとともに、粗飼料多給条件で飼養することによりBSの発育、繁殖および泌乳成績、チーズ歩留りならびに産肉に関する特性を明らかにしました。

### 2. 研究内容と結果

#### 1) 乳検情報によるブラウンスイス種の乳生産特性の解析

BSは、ホルスタイン種(以下HOL)に比較して乳量は低くなります(86%)が、乳成分率はいずれも高く(乳脂率105%、乳蛋白質率107%、SNF率102%)、分娩間隔はやや長くなっています(表1)。BS×HOLの泌乳成績は、概ね両品種の中間

表1 乳検成績に対する品種の効果と最小二乗平均値

品種の効果	乳期検定成績						個体成績		
	搾乳日数	乳量(kg)	乳脂率(%)	乳蛋白率(%)	無脂乳固形率(%)	分娩間隔(日)	初産月齢	除籍年齢	
最小二乗	BS	342	7,135	4.28	3.57	8.97	444	26.5	7.6
平均値	HOL	339	8,340	4.07	3.34	8.83	424	25.4	7.0
BS/HOL比		101%	86%	105%	107%	102%	105%	104%	109%

BS:ブラウンスイス種、HOL:ホルスタイン種

乳期検定成績数 BS:247 HOL:7,055

\*\* : p<0.01 品種・農場乳量・産次を要因とする分散分析結果

に位置しました。

#### 2) 粗飼料多給飼養におけるブラウンスイス種の栄養代謝と乳生産

BSの育成牛はHOLより発育が遅れ、授精開始の目安となる体重350kg、体高125cmの到達月齢も2~3ヵ月遅れました。

泌乳牛では、飼料の粗濃比にかかわらずBSの摂取量と産乳量はHOLより少ない傾向にあり、乳蛋白質率は高くなりました。BSのCP摂取量は常に充足し、TDN充足率と体重もHOLより高くなりました。BCSは乳期後半でTDNが充足すると3.5を超え、過肥の傾向が伺われました。

TMR給与におけるBSの空胎日数はHOLと同程度

表2 飼料摂取量、産乳成績、体重変化、充足率および繁殖成績

項目	乳期	初産				2産	
		TMR給与				GS給与	
		HM飼養 BS(n=7)	HOL(n=5)	MM飼養 BS(n=5)	HOL(n=4)	GS飼養 BS(n=2)	HOL(n=3)
日摂取量(kg/日)	前期	15.0	15.7	17.3	18.9	9.2	8.5
	後期	15.6	15.9	17.2	18.2	9.7	10.3
産乳成績	乳量(kg/305日)	5,533	6,252	6,865	7,866	2,367	3,460
	FCM乳量(kg/305日)	5,730	6,570	7,152	8,025	2,444	3,323
	乳脂量(kg/305日)	234	271	294	326	100	129
	乳蛋白質量(kg/305日)	187	202	232	243	73	92
	日乳量(kg/日)	前期	19.8	22.8	26.1	30.1	9.6
乳脂率(%)	前期	16.5	18.2	19.0	21.5	6.0	8.9
	後期	4.02	4.28	4.13	4.13	4.15	3.66
乳蛋白質率(%)	前期	4.56	4.56	4.57	4.31	4.46	3.86
	後期	3.18	3.08	3.25	2.94	3.02	2.58
体重変化	1ヵ月	542	513	629	585	465	496
	10ヵ月	618	566	679	626	462	427
BCS	1ヵ月	3.2	3.0	3.4	2.9	3.3	3.0
	10ヵ月	3.6	3.2	3.8	3.1	2.7	2.5
充足率(%)	前期	100	97	92	99	77	63
	後期	102	101	107	111	95	90
CP	前期	113	101	109	91	105	75
	後期	130	121	130	127	143	131
繁殖成績	初回授精日数	83	102	79	100	56	80
	初回授精受胎率(%)	29	20	0	75	100	0
	授精回数	3.7	3.0	3.8	1.3	1.0	2.0
	空胎日数	153	158	111	123	56	121
	受胎率(%)	86	80	60	100	100	33
	妊娠期間(日)	294	281	296	285	293	286

\* HM飼養:TMR H 5ヵ月+TMR M 5ヵ月給与、MM飼養:全期間TMR M 給与、

GS飼養:全期間牧草サイレーン(GS)のみ給与

TMR H:TDN75%、CP15%、NDF42%、粗濃比56:44

TMR M:TDN70%、CP16%、NDF45%、粗濃比65:35

GS:TDN60%、CP13%、NDF63%

でしたが、GS 給与では短くなりました。妊娠期間は HOL より 2 週間程度長くなっていました (表 2)。

育成牛、泌乳牛、非泌乳期牛の消化試験結果では、繊維消化率に品種間の有意な差はなく、BS の粗飼料利用性は HOL と同等でした。

BS 放牧時の食草時間は HOL より短い傾向にありましたが、移動距離は長く、そしゃく回数が多いなど、採食行動は旺盛でした。

### 3) ブラウンスイス種のチーズ歩留り

軟質チーズ歩留りは「乳脂率+乳蛋白質率」によって決まり、品種による差は認められませんでした。このため、乳成分率が高い BS の軟質チーズ歩留りは、HOL の 103~104%と高くなります。

### 4) ブラウンスイス種の産肉特性

BS 去勢牛を HOL 去勢牛と同様に濃厚飼料多給肥育体系で肥育することにより、増体成績、枝肉成績とも同様な枝肉生産が可能でした (表 3)。また、放牧およびとうもろこしサイレージを活用した自給飼料多給肥育体系では大幅な濃厚飼料の低減 (約 8 割減) を図ることができました。

### 5) 道内ブラウンスイス種飼養農場におけるアンケートおよび聞き取り調査

BS の飼養割合が 15%以上を占める農場の調

査では、高い乳成分率、放牧適性や粗飼料主体飼養への一定の評価がある半面、過肥や繁殖改善の対策が問題とされました。

表3 去勢牛の肥育成績

	自給飼料区濃厚飼料区 農場			H18成績	H22全道
	BS	BS	BS	HOL	HOL
頭数 (頭)	4	2	15	27	103,919
乾草摂取量 (kg)	225	734	-	560-720	-
CS摂取量 (kg)	8,233	0	-	-	-
濃厚飼料摂取量 (kg)	822	4,444	-	4,311-4,978	-
と畜月齢 (月)	23.2	20.3	20.5	20.0	-
出荷体重 (kg)	814	818	-	759-850	-
枝肉重量 (kg)	433	467	432	422-496	435
枝肉歩留	53.2	57.1	-	56.9-59.0	-
枝肉格付	B-2	B-2	B-2	B-2、3	-
ロース芯面積 (cm <sup>2</sup> )	45.7	47.0	51.0	41.6-54.0	40.5
パラ部厚 (cm)	5.5	7.3	6.1	5.4-6.3	5.6
皮下脂肪厚 (cm)	1.6	2.5	2.2	1.8-2.5	2.0
歩留基準値	70.1	70.2	70.8	68.9-70.4	69.1
BMS No.	2.0	2.0	2.0	2.0-2.3	2.1
BCS No.	4.0	4.5	4.1	3.8-4.3	4.1
締めり・きめ	2.0	2.0	2.0	2.0-2.3	2.1
BFS No.	5.7	3.5	3.0	2.0-2.4	2.3

CS:とうもろこしサイレージ、摂取量:原物重量

H18成績:H18年、指導参考事項濃厚飼料区の飼養条件のもととなった成績

H22全道:日本食肉格付協会全道平均値

### 3. ブラウンスイス種の特性と飼養管理上の注意点

乳検成績の解析結果、試験場における BS と HOL の比較試験結果、BS 農場のアンケートおよび聞き取り調査結果から、BS の特性と飼養管理上の注意点を表 4 にまとめました。

表4 ブラウンスイス種の特性と飼養管理上の注意点

【発育】	発育は <b>晩成型</b> 、交配開始月齢は2~3ヵ月遅れる 成熟時には <b>HOLと同等の体格</b> 、HOLと同じ施設の利用可能
【飼料利用性】	粗飼料利用性に大差なく、 <b>繊維消化率も概ねHOLと同等</b> HOLの乳量水準に合わせた給与、特にTMR飽食給与では <b>泌乳後期に過肥</b> 泌乳期によって(特に <b>泌乳後期</b> ) <b>BSの養分摂取量を調整する工夫が必要</b>
【放牧適性】	HOLよりも <b>移動距離が長く</b> 食草行動が旺盛 <b>過肥防止のためにも放牧を積極的に取り入れる</b>
【繁殖性】	HOLに合わせた飼養条件では <b>繁殖性がやや不良(発情微弱、受胎率低下)</b> <b>妊娠期間はHOLよりも2週間程度長くなる</b>
【乳生産】	飼料の粗濃比に関係なく <b>乳成分率(特に乳蛋白質率)は高い</b> 乳成分率が高いため <b>チーズ歩留まりも高く</b> 、チーズ製造に適する
【肉生産】	現行の肥育方式では <b>HOLとほぼ同等の産肉性</b> がある 放牧・とうもろこしサイレージ主体での肥育が可能 <b>生産体制や販売経路の確保等総合的な取り組みが必要</b>

## 搾乳ロボットを使って搾乳回数をコントロールすることにより、牛群の乳量差を小さくして、ボディーコンディションスコアを改善する

(泌乳中後期の多回搾乳が泌乳持続性およびボディーコンディションスコアに及ぼす効果)

地域技術グループ 堂腰 顕  
(E-mail:dokoshi-akira@hro.co.jp)

### 1. 背景・ねらい

これまでの育種改良により、乳量は大きく増加しましたが、牛群内の乳量差が大きく、泌乳前期ではエネルギー不足に陥りやすくなり、泌乳後期ではエネルギー過剰による太り過ぎの問題が顕在化しています。

この解決策として、1乳期の乳量差が少ない牛、いわゆる「泌乳持続性」が高い乳牛が求められています。

ここでは、飼養管理面からのアプローチとして、泌乳中後期の多回搾乳により乳量を増加させたときの泌乳持続性やボディーコンディションスコアへの影響について検討しました。

### 2. 技術内容と効果

#### 1) 搾乳ロボットを利用して試験を実施しました

泌乳中後期の多回搾乳を実施するために搾乳ロボットを用いました。試験は、全乳期を1日2回搾乳する牛(2回区)、分娩後90日までを1日2回と設定し、その後4回に設定した牛(多回区)としました。設定した搾乳回数にするため、牛舎内の移動を一方通行(搾乳ロボットを通過しなければ、飼槽にいけない)にするワンウェイカウトラフィックを採用しました。飼料はTMR(乾物31.0%、乾物中TDN68.1%、CP16.8%)を飼槽に給与し、搾乳ロ

ボットにおいて濃厚飼料(乾物82.3%、TDN83.7~84.9%、CP21.0~21.1%)を分娩後150日までは4kg/日、それ以降は2kg/日搾乳時に給与しました。

#### 2) 設定どおりに搾乳回数を制御できました

多回搾乳を行った泌乳中後期(分娩後4~10ヵ月)の多回区の搾乳回数は3.41回/日と2回区より多くすることができました。訪問回数(搾乳しないで搾乳ロボットを通過した回数も含む)は2回区と変わりませんでした(表1)。

#### 3) 泌乳中後期の多回搾乳により泌乳持続性は高まり、1乳期の乳量は増加しました

多回区における2回搾乳期間(分娩~3ヵ月)と泌乳中後期(多回搾乳期間)の乳量の差は-6.2kgとなり、2回区(-9.7kg)に比べて低下は小さく、泌乳持続性(値=240日乳量-60日乳量+100)も高まる傾向がありました。その結果、分娩~10ヵ月の総乳量は多回区が9,151kgとなり、2回区(8,879kg)に比べて272kg多くなりました。乳脂肪率や乳タンパク質率には差は見られませんでした(表1、表2)。



4) 飼料摂取量が僅かに増加しましたが、栄養充足率には差が見られませんでした

多回区の泌乳中後期（多回搾乳期間）における乾物摂取量は、2回区に比べて僅かに増加しましたが、TDNおよびCP充足率は2回区と差はありませんでした（表1）。

5) 乾乳前のボディーコンディションスコア（BCS）が改善されました

泌乳中後期の平均体重および平均BCSに差が認められませんでした。乾乳前のBCS3.75以上（太り過ぎ）の頭数は多回区が少ない傾向があり、泌乳後期におけるBCSの増加が抑えられたと考えられました（表1、表2、図1）。

表1 処理別の乳量・乳成分、乾物摂取量、TDN・CP充足率、体重・BCS

	分娩後月				分娩～3か月と4～10か月の差 <sup>2)</sup>	
	分娩～3か月(泌乳前期)		4～10か月(泌乳中後期)		2回区	多回区
	2回区 <sup>1)</sup>	多回区 <sup>1)</sup>	2回区	多回区		
頭数(頭)	12	11	12	11		
搾乳回数(回/日)	2.05	2.03	<b>1.98</b>	<b>3.41</b>	<b>-0.07</b>	<b>1.38</b>
訪問回数(回/日)	10.26	9.38	7.28	7.62	-2.99	-1.74
平均乳量(kg/日)	36.8	34.6	27.1	28.4	<b>-9.7</b>	<b>-6.2</b>
総乳量(kg)	3331	3114	5548	6038	<b>2218</b>	<b>2924</b>
乳脂肪率(%)	4.27	4.13	4.23	4.13	-0.03	0.00
乳タンパク質率(%)	3.23	3.23	3.49	3.43	0.25	0.20
乾物摂取量(kg/日)	20.7	20.6	21.4	22.3	<b>0.7</b>	<b>1.7</b>
TDN充足率(%)	<b>82.5</b>	<b>89.3</b>	106.2	108.1	23.7	18.8
CP充足率(%)	102.3	104.1	134.2	132.4	31.9	28.3
平均体重(kg)	646	650	673	678	27	27
平均BCS	2.81	2.91	2.90	2.96	0.08	0.05

\*赤字は処理間に有意な差(p<0.1)があった項目  
 1) 分娩～3か月は両処理とも2回/日。4～10か月は2回/日(2回区)、4回/日(多回区)で設定。  
 2) 差=(分娩～3か月)-(4～10か月)

表2 泌乳持続性および体重・BCSの増加率

	処理	
	2回区	多回区
60日平均 <sup>1)</sup> (kg/日)	38.4	36.3
乳量 240日平均 <sup>1)</sup> (kg/日)	24.0	26.0
泌乳持続性 <sup>2)</sup>	<b>85.6</b>	<b>89.7</b>
最低BCS	2.47	2.59
BCS 乾乳前BCS	3.29	3.14
BCS増加率 <sup>3)</sup> (%)	133.7	121.6
乾乳前BCS3.75以上 <sup>4)</sup>	<b>5/12</b>	<b>1/11</b>

\*赤字は処理間に有意(p<0.1)な差があった項目  
 1) 当日を含む前後7日間週間の平均値  
 2) (240日平均-60日平均)+100で計算。値が高いほど泌乳持続性は高い。  
 3) (乾乳前体重・BCS)÷(最低体重・BCS)×100  
 4) (乾乳前BCSが3.75以上の頭数)÷(供試頭数)

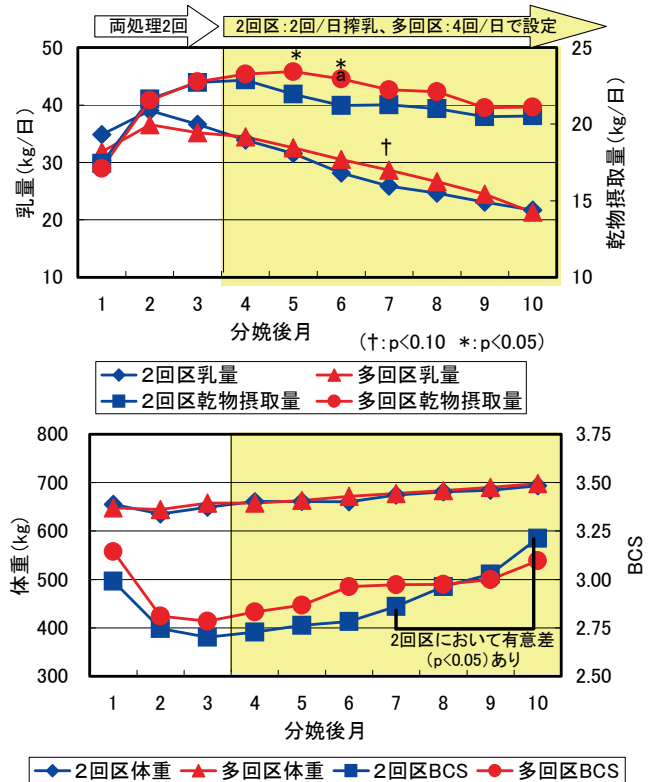


図1 多回区および2回区における乳量・乾物摂取量(上段)、体重およびBCS(下段)の推移

# 研究成果

## 超音波画像（エコー）を用いた子宮の検査法

（乳牛における超音波断層法を用いた分娩後の子宮修復の判定基準）

乳牛グループ 小山 毅

(E-mail : koyama-takeshi@hro.or.jp)

### 1. 背景・ねらい

分娩後の子宮修復の遅れ（≡子宮内膜炎）は受胎率低下の大きな要因ですが、子宮の修復状態を評価する判断基準は確立されていません。

本試験では、分娩後に子宮修復が遅れている牛を早期に検出し、治療するために、超音波画像を用いた子宮修復の判定基準の作成を行いました。

### 2. 技術内容と効果

本試験では初めに、超音波診断装置を用いた検査法（超音波検査）により分娩後の子宮を観察し、子宮の状態を評価するスコアの作成を行いました。超音波検査による子宮角の画像とその模式図を図1に示しました。子宮は子宮内膜の腫脹の有無と子宮内の貯留物の有無を中心に観察しました。

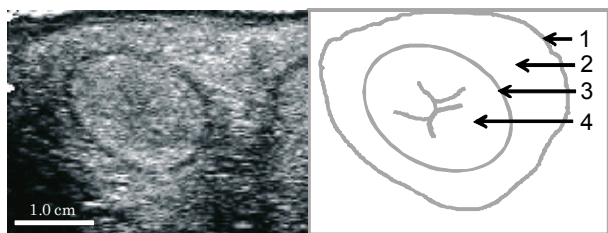


図1. 超音波検査による子宮角(左)および模式図(右)

\*子宮角は超音波画像上では4つの層に描写されます。本試験では3以内を子宮内膜としました。

分娩直後の子宮は子宮内膜が腫脹しており、子宮内に多量の貯留物がある状態でしたが、分娩後の時間の経過に伴い、子宮内膜の腫脹および貯留物は消失していきました。これらの推移

から、本試験では子宮内膜の腫脹および子宮内の貯留物を評価するスコアを作成しました（図2）。

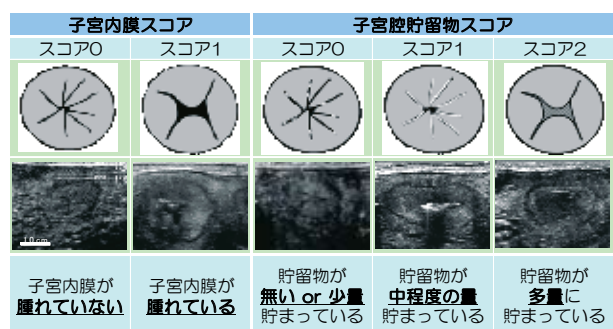


図2. 子宮内膜および子宮腔貯留物スコアの判定基準

分娩後の子宮の状態が悪いと後の繁殖性が低下することが知られています。本試験では各スコアと繁殖成績の関係を調べることにより、先のスコアにより子宮の状態が評価できるか検討しました（表1）。

表1. 子宮内膜および子宮腔貯留物スコアと繁殖成績との関係

検査日\スコア	子宮内膜スコア		子宮腔貯留物スコア					
	初回授精受胎率 <sup>1)</sup> (%)	空胎日数 <sup>2)</sup> (日)	初回授精受胎率(%)	空胎日数(日)				
	0	1	0	1	0	1以上	0	1以上
分娩後30日目	39	23	99	105	36	32	99	107
分娩後40日目	40	19	101	104	35	31	94	123
分娩後50日目	38	11	99	128	38	21	97	121

\*赤字はスコア0と比べて差がある（または差がある傾向）ことを示す。

1) 1回目の授精で受胎した牛の割合。

2) 分娩から妊娠までに要した日数。

分娩後 40 日目以降に子宮内膜または子宮腔貯留物スコアが1以上であると、繁殖成績が低下することから、子宮内膜炎である可能性が高いと考えました。以上の結果から、作成したス

コアにより子宮状態が評価できました。

続いて、分娩後の子宮修復過程を調べるため、超音波検査と同時に、膣検査（膿の有無、膣内貯留粘液スコア、0～4の5段階評価、1以上が陽性）と、子宮内膜細胞診《子宮内膜から採取した細胞中の好中球（細菌を取り込むリンパ球の一種）割合を調べる、>8%の場合に陽性》を実施しました。図3に各スコアが0の牛（好中球は8%以下）の割合の推移を示しました。

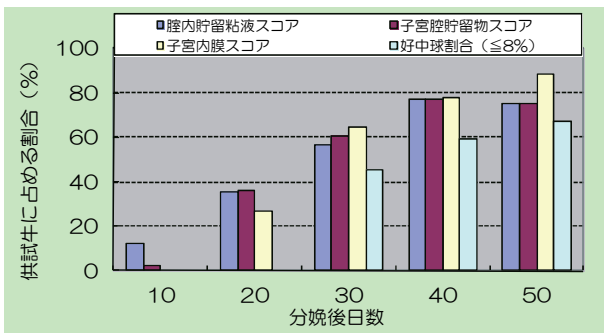


図3. 各検査日におけるスコアが0の牛の割合の推移

各スコアが0の牛の割合は、分娩後40日までは増えていきますが、分娩後40日目以降はほぼ一定になります。また、妊角と非妊角の大きさも分娩後40日目で差はなくなります(データ略)。

これらのことから、子宮修復は分娩後約40日までには完了すると考えました。

一方、膣検査および子宮内膜細胞診の結果も繁殖成績に影響していました(表2)。また、3つの検査結果の一致度が低いことが分かりました(図4)。

表2. 膣内貯留粘液スコアおよび好中球割合と繁殖成績との関係

検査日\スコア	膣内貯留粘液スコア		好中球割合					
	初回授精受胎率 <sup>1)</sup> (%)	空胎日数 <sup>2)</sup> (日)	初回授精受胎率(%)	空胎日数(日)	初回授精受胎率(%)	空胎日数(日)		
	0 or なし	1以上	0 or なし	1以上	≤8%	>8%	≤8%	>8%
分娩後30日目	44	23	94	112	33	35	93	108
分娩後40日目	39	22	96	117	38	30	92	116
分娩後50日目	38	26	95	118	36	32	97	112

\* 赤字はスコア0と比べて差がある(または差がある傾向)ことを示す。

- 1) 1回目の授精で受胎した牛の割合。
- 2) 分娩から妊娠までに要した日数。

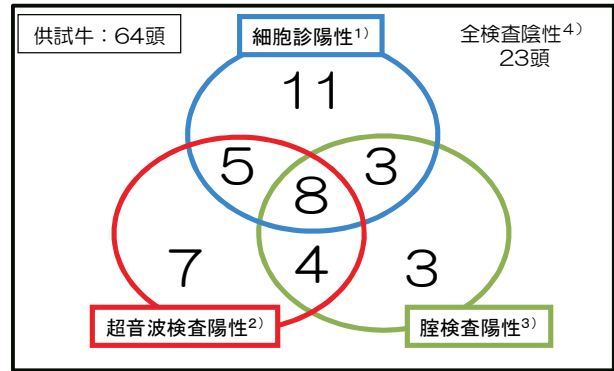


図4. 分娩後40日目における子宮検査の内訳

- 1) 好中球割合>8%、2) 子宮内膜または子宮腔貯留物スコア1以上、3) 粘液スコア1以上、4) 各スコア0かつ好中球≤8%

以上から、超音波検査に膣検査および子宮内膜細胞診を併用した、分娩後40日目における子宮修復の判定基準を策定しました(表3)。酪農現場で行う場合は、超音波検査と膣検査を組み合わせて実施するのが現実的だと考えています(膣検査および子宮内膜細胞診の衛生的な実施方法を検討する必要あり)。

表3. 分娩後40日目における子宮修復の判定基準

判定\検査・スコア	超音波検査		膣検査 <sup>3)</sup>	子宮内膜細胞診 <sup>4)</sup>
	子宮内膜スコア	子宮腔貯留物スコア	膣内貯留粘液スコア	好中球割合
子宮修復 <sup>1)</sup>	スコア0	スコア0	スコア0 or 粘液なし	≤8%
子宮修復遅延 <sup>2)</sup>	スコア1	スコア1以上	スコア1以上	>8%

- 1) 全てを満たす、2) いずれかを満たす、3) 4) 衛生的な実施方法を検討する必要あり。

分娩後40日目以降に子宮修復遅延と判定された牛は子宮内膜炎に罹患している可能性が高いので、子宮の治療を検討する必要があります。

### 3. 留意点

- ① 本試験の成果は繁殖検診を実施している獣医師が子宮の治療を行う判断基準として用います。
- ② 本試験では医療用据え置き型の超音波診断装置を用いましたが、携帯型超音波画像診断装置でも実施可能です。

## 空から採草地のマメ科率を調べよう！

(航空機観測ハイパースペクトルデータを用いた採草地のマメ科率区分推定法)

飼料環境グループ 牧野 司

(E-mail: makino-tsukasa@hro.or.jp)

### 1. 背景・ねらい

酪農業の規模拡大や TMR センターなどの設立にともない草地管理者が管理する草地面積が拡大し、圃場ごとの状態把握が困難になってきています。広域的に圃場ごとの草地の状態を把握する手法としてリモートセンシング技術が期待されていますが、今まで検討されてきたマルチスペクトル(以下 MS)データでは、マメ科率の把握は困難でした。そこで、近年研究が進む新しいセンサであるハイパースペクトル(以下 HS)センサを用いて、広域的に圃場ごとのマメ科率を把握する技術を開発しました。

### 2. 技術内容と効果

#### 1) 地上観測によるマメ科率推定精度

地上観測で取得した HS データに波長選択型 PLS を適用することで、MS データでは推定困難であったマメ科牧草混生割合を推定することができます(図1)。このとき、遺伝的アルゴリズムを用いた GA-PLS 回帰分析による推定精度は、マメ科牧草被度で  $R^2=0.75$ 、 $RMSE=19.5$ (図2)、マメ科牧草乾物重量比で  $R^2=0.67$ 、 $RMSE=16.4$  でした。

#### 2) 航空機観測によるマメ科率推定精度

航空機観測で取得した HS データに波長選択型 PLS を適用して、2007年と2008年の根釧農試草地のマメ科牧草被度を推定しました。地上の被度観測サンプル 52-61 点を用いて作成したマメ科牧草被度推定モデルの精度は、2007年で  $R^2=0.67$ 、 $RMSE=11$ (図3)、2008年で  $R^2=0.57$ 、 $RMSE=22$  でした。

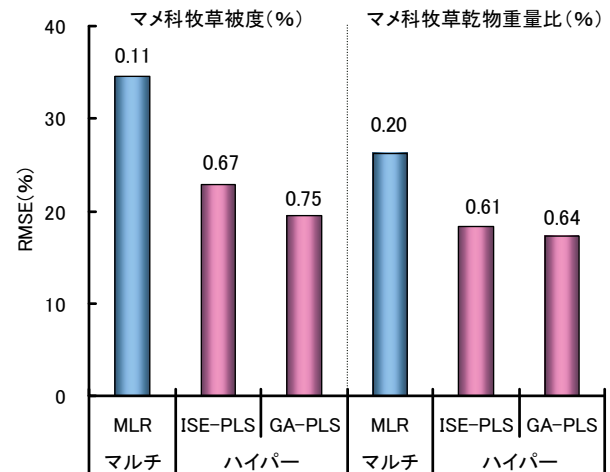


図1 ハイパースペクトルデータとマルチスペクトルデータによるマメ科率推定精度の比較

※棒グラフは推定モデルの RMSE、上部の数字は推定モデルの  $R^2$  を示す。RMSE(平均2乗誤差)は小さいほど、 $R^2$  は大きいほど推定モデルの精度が高いことを表す。  
※ISE-PLS・GA-PLS: 波長選択型 PLS

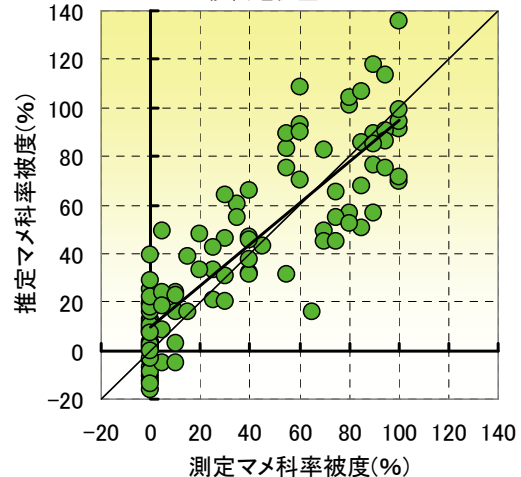


図2 検証用ハイパースペクトルデータによる推定マメ科牧草被度と測定マメ科牧草被度との関係

※RMSE: 平均2乗誤差、Bias: 誤差の平均値、EI: 実用性の判定基準。A: 0-12.5; 非常に高い、B: 12.6-25.0; 高い、C: 25.1-37.5; やや高い、D: 37.6-50.0; 低い、E: 50.1-; 非常に低い(水野ら 1988)。

#### 3) 航空機観測による圃場のマメ科率区分

作成されたモデルによって  $1\text{ m}^2$  単位でマメ科牧草被度を推定し、圃場ごとに平均した値を、地上踏査による北海道施肥標準のマメ科率区分判定結果と比較しました。推定マメ科牧草被度が測定マメ科率区分の一致域・許容域から逸脱し

た採草地は、2007 年では 18 圃場中 4 圃場(正答率 78%)、2008 年では 17 圃場中 9 圃場(同 47%)でした。また、2007 年の推定値は一致域に近い範囲に分布しましたが(図 3)、2008 年では大きくばらつきました(データは省略します)。2008 年の航空機観測によるマメ科率区分の正答率が低い原因として、地上観測データと航空機観測データとの比較から画像自体の質、大気補正の失敗等が考えられました。

以上から、十分な精度のモデルを得るため図 4 のフロー図に従い、地上でマメ科牧草の被度を 50-60 点調査し、航空機観測の HS データに波長選択型 PLS 回帰分析を適用することにより、チモシーを基幹とする採草地の北海道施肥標準におけるマメ科率区分を約 80%の正答率で推定できます。

### 3. 留意点

- 1) TMR センター等が草地の施肥設計を行うため、リモートセンシング技術によるマメ科率区分図の作成を依頼する航測会社・GIS コンサル会社などを直接の利用者として想定します。
- 2) チモシーを基幹とする採草地における圃場ごとのマメ科率区分を広域的に行うために活用します。
- 3) 解析に用いるモデルの精度は  $R^2=0.7$  以上、RMSE20%以下を目安とします。

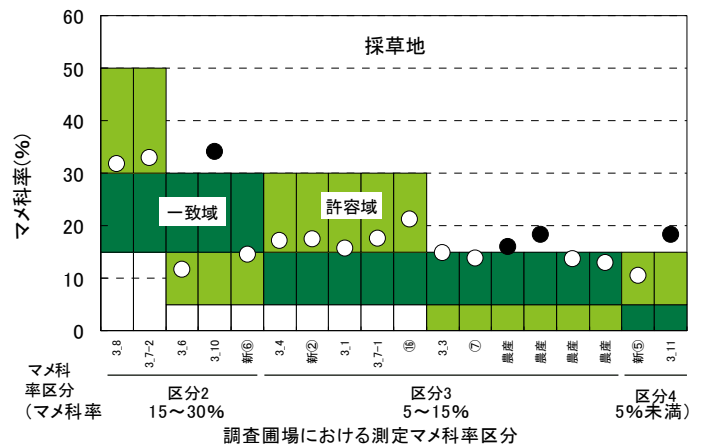


図 3 2007 年観測航空機ハイパースペクトルデータによる推定マメ科牧草被度(圃場平均)と測定マメ科率区分との関係

※調査圃場における測定マメ科率区分は、9~10月の目視踏査から1番草におけるマメ科率区分を推定した値である。  
 ※棒グラフの一致域は圃場におけるマメ科率区分ごとのマメ科率の範囲を示す。許容域は草地の状況に応じて不一致の方向を加味して設定したマメ科率の範囲を示す。  
 ※○、●ハイパースペクトルデータによる推定マメ科牧草被度(圃場平均)を示す。○は正答、●は誤答。  
 ※推定マメ科牧草被度(圃場平均)は、航空機観測時(8月時点)の推定値である。  
 ※推定に用いたモデルの精度は、 $R^2=0.67$ 、 $RMSE=11$ 、 $EI=30.7$ (rank:C)、選択波長数 21。

- 4) モデルの作成に際しては、マメ科牧草の主体草種が推定対象地域の草地と異ならないように配慮します。
- 5) 航空機観測は5月中下旬に行うことが望ましいです。また、倒伏発生時、有機物施用時および草量が極端に少ない条件(生草収量 $500g/m^2$ 以下)など上空からの撮影に影響のある時期を避けます。
- 6) 財団法人資源・環境観測解析センターが推進している「次世代地球観測衛星利用基盤技術の開発(平成20年度)」で取得されたデータの提供を受け、解析を行いました。

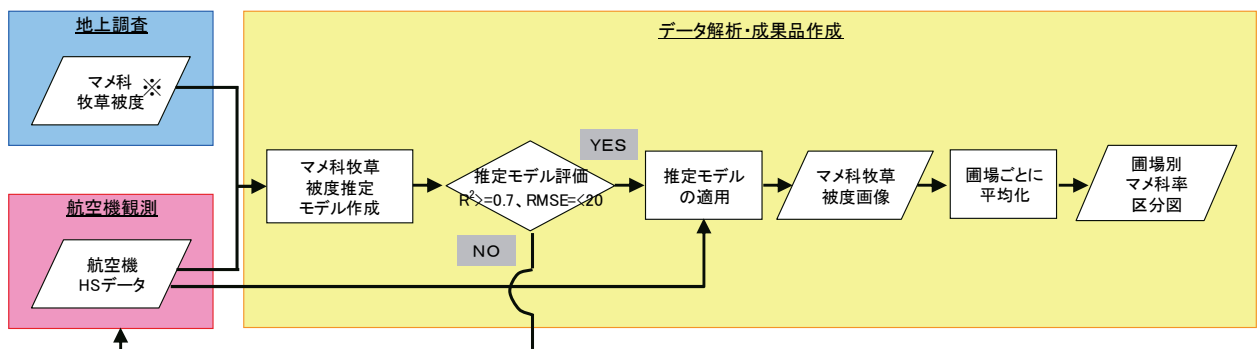


図 4 航空機観測ハイパースペクトルデータを用いた圃場別マメ科率区分図作成のフロー

※ $1m^2$ 程度のマメ科牧草被度を観測エリア内全体から 50-60 点調査する。被度については 0-100%までを偏りなく調査する。

## 除草剤を使わない草地更新技術

(イタリアンライグラスを用いた無除草剤草地更新技術)

飼料環境グループ 酒井 治

(E-mail : sakai-osamu@hro.or.jp)

### 1. 背景・ねらい

近年、草地整備事業での除草剤の使用が控えられる傾向にあるため、イタリアンライグラス(IR)を用いた無除草剤雑草防除技術が開発されました(平成20年指導参考事項)。しかし、作業に時間と労力を要し、施肥管理が未検討であったことなどが普及上の障害でした。このため、この技術の簡略化と適用条件の拡大について上川農試天北支場と共同で検討しました。

### 2. 技術内容と効果

#### 1) 泥炭土への適用性拡大

天北の泥炭土でIRを2年栽培しペレニアルライグラス(PR)を播種すると、2番草のPR割合は80%以上と高く、リードカナリーグラス(RCG)割合は少なくなりました。IRを用いた無除草剤更新技術は、除草剤を使用した施工と同等の効

果を示すことから、泥炭土の草地にも適用可能です。

#### 2) ペレニアルライグラス活用の可否

無除草剤でPRをIRの代わりに播種した区では、播種当年の草種構成は良好でしたが、翌年以降は草種構成の悪化が顕著でした。PRはIRに代わる無除草剤更新用草種として適していませんでした。

#### 3) 逆転ロータリの活用

逆転ロータリ(URH)の1回施工は、正転ロータリ(RH)の4回施工よりも地下茎型イネ科雑草割合を抑圧し(表1)、翌春の地下茎残存量も低減させます。URHの作業速度は2km/h以下が適当です。また、URHは、RHよりも1回あたりの作業速度は遅くなりますが、RHの4回施工よりも作業時間は短く、燃料消費量も少なくなります。

表1 イタリアンライグラス栽培時における施工法が1番草の収量、草種構成に及ぼす影響

圃場	施工法 <sup>1)</sup>	乾物収量 kg/10a	草種構成(乾物%)				
			IR	イネ科雑草		広葉雑草	
			QG+RCG <sup>2)</sup>	その他	合計		
A	URH	247	78	4	6	10	13
	RH	330	39	47	9	56	5
B	URH	132	79	2	5	7	14
	RH	135	62	29	3	31	7
C	URH	223	86	7	6	13	1
	RH	316	61	22	16	38	1
平均	URH	201	81	4	5	10	9
	RH	260	54	33	9	42	4

1)URHは逆転ロータリハロ1回施工、RHはロータリハロ4回施工

2)QG: シバムギ、RCG: リードカナリーグラス

表2 後作チモシー草地における播種床造成法が収量・草種構成に及ぼす影響

施工法 <sup>1)</sup>	前作	乾物収量 kg/10a	草種構成(DM%)				
			チモシー	マメ科牧草	イネ科雑草	広葉雑草	
1	URH	IR2年	441	96	2	1	0
番草	URH	IR1年	445	85	2	13	0
	RH	IR2年	497	90	1	8	0
2	URH	IR2年	230	84	12	4	0
番草	URH	IR1年	236	67	12	21	0
	RH	IR2年	242	73	11	16	0
合	URH	IR2年	671	92	6	2	0
	URH	IR1年	681	79	6	16	0
計	RH	IR2年	739	85	5	11	0

1)URHは逆転ロータリハロ1回施工、RHはロータリハロ4回施工

#### 4) 後作チモシー草地の造成

IR2年栽培翌年に後作チモシー(TY)を播種する場合、URHの1回施工後にTYを播種した草地は、RHの4回施工後にTYを播種した草地よりも、イネ科雑草割合を低く維持できます(表2)。

#### 5) イタリアンライグラスの栽培年限

根釦・天北の両地域においてIRの1年栽培でも後作草地の地下茎型イネ科雑草割合を20%以下に抑圧できますが、その効果はIRの2年栽培より劣ります。安定的な除草効果を得るには2年間のIR栽培が必要です。

#### 6) 播種時のリン酸施肥量

IRの1番草では、播種時リン酸施肥量の増加に伴い乾物収量が増加する傾向を示します。一方、追肥量が同一の条件では、播種時リン酸施

肥量が2および3番草収量に及ぼす影響は小さなものでした。1番草収量の最高値に対する播種時リン酸無施用区の収量比と、リン酸吸収係数との間には有意な負の相関関係が、有効態リン酸含量との間には、有意な正の相関関係がありました。IR播種時におけるリン酸施肥量は、土壌のリン酸吸収係数および有効態リン酸含量に基づき表3で算出します。

#### 3. 留意点

1) 本成果は、除草剤を使用しないで地下茎型イネ科雑草を抑圧することができ、チモシーまたはペレニアルライグラス主体草地を造成に際して活用できます。

2) ギンギン類等実生雑草の発生が懸念される場合は事前に土壌の培養などにより確認し、多いと予測される場合は本技術の適用を避けて下さい。

3) 播種時リン酸施肥量算出のための有効態リン酸含量によるB値の区分は、イタリアンライグラスにのみ適用して下さい。

4) イタリアンライグラスはアカヒゲホソミドリカスミカメの発生源となりますので、本技術の稲作地帯への導入は避けて下さい。

表3 イタリアンライグラス播種時におけるリン酸施肥量を求めるための算定法

算定式：リン酸施肥量(y, kgP <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /10a)	
= 15 + 0.005 × リン酸吸収係数 + B	
B値の区分：以下のとおり	
有効態リン酸含量 <sup>1)</sup> (mg/100g)	B値
0～5	5
5～10	2.5
10～20	0
20～50	-10
50以上	-20

1)有効態リン酸はブレイNo.2法の分析値

## 現在の採草地の植生は悪い！草地更新時に原因がある？

(根釧地域の草地更新時における植生悪化要因の実態)

飼料環境グループ 酒井 治

(E-mail : sakai-osamu@hro.or.jp)

### 1. 背景・ねらい

近年、昔と比べてチモシー (TY) 主体草地がシバムギ、ギシギシ類などの雑草の侵入により維持年限が短くなってきていると言われていいますが、その実態や雑草の侵入要因は、明らかではありません。そこで、根釧管内の採草地を対象に、更新時の施工状況やその後の草地管理状況を調査して、植生が悪化する要因を解明しました。

### 2. 技術内容と効果

#### 1) 植生悪化の速やかさ

2009-11年の調査では、更新後の経過年数に伴って地下茎型イネ科草割合が増加し、TY割合が低下し、5~6年で地下茎型イネ科草がTYより多くなっていました。これに対し、1979年の調査(昭和57年指導参考事項)では、TY割合の減少と地下茎型イネ科草割合の増大が緩やかでした。近年では、以前よりも植生の悪化が速やかであることが確認されました(図1)。

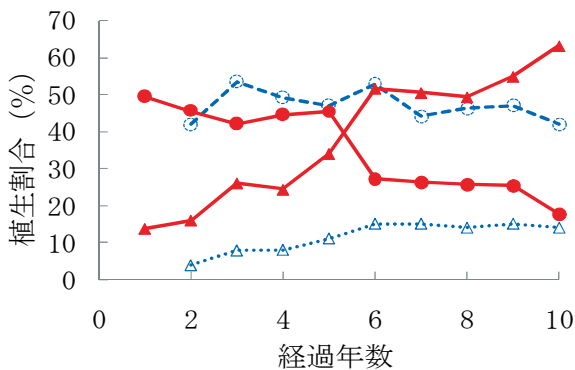


図1 2009-11年および1979年の調査における更新後経過年数と植生割合の関係

●○●● : 1979年 TY  
●△●● : 1979年地下茎型イネ科草 (KB、RT 主体)  
—●— : 2009-11年 TY  
—▲— : 2009-11年地下茎型イネ科草 (QG、RCG 主体)

この違いは、主要な地下茎型イネ科草種が1979年当時のケンタッキーブルーグラス、レッドトップから、よりTYを抑圧するシバムギ、リードカナリーグラスに変化したことなどが原因と考えられます。

#### 2) 雑草が増えた理由

更新後の経過年数が1~5年目の新しい草地のうち、更新時の問題で地下茎型イネ科草が多い要因としては、除草剤の未使用や適期前使用が最も多く73%、次いで排水対策未実施が32%、掃除刈りの未実施等の雑草の繁茂が27%で、重複分を除くと80%が雑草に関連する項目でした。同様に更新時の問題で広葉雑草が多い要因としても、雑草対策に関するものが87%でした。

#### 3) 雑草対策と植生の悪化速度

更新時の雑草対策が不十分な場合、雑草対策を実施した場合の1.4-1.7倍も地下茎型イネ科草割合の増加速度が早いと試算されました(図2)。

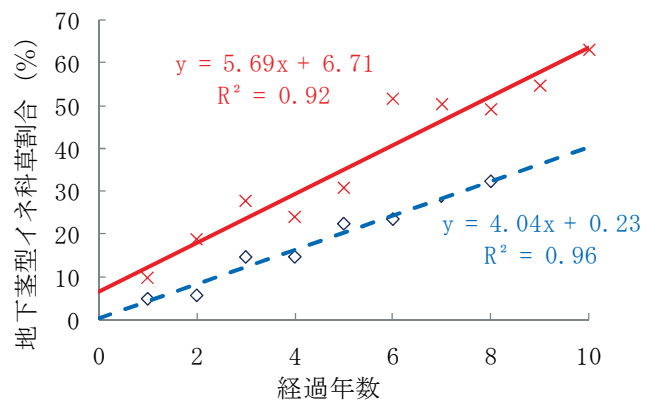


図2 更新時に雑草対策を実施した草地としなかった草地の維持年限の比較(試算)

—×— : 雑草対策未実施  
●◇●● : 雑草対策実施



#### 4) 除草剤の効果

更新時に除草剤処理を実施しなかった草地では、更新後5年以内に63%の草地がTY優占とは言えない植生となり、除草剤処理による雑草対策の重要性が明らかになりました(図3左)。また、更新時に、単に除草剤処理を実施したというだけの草地においても、41%の草地が5年以内にTY優占と言えなくなり、適切な除草剤使用の重要性が示されました(図3中)。一方、適切な除草剤処理により雑草対策に成功した草地では、5年以内にTY優占と言えなくなった草地の割合は30%と低くなっていました(図3右)。さらに、8年程度経過しても地下茎型イネ科草割合が平均30%程度と低いものでした。

#### 5) 更新時の雑草対策

以上の結果から、更新時における雑草対策を表1にまとめました。地下茎型イネ科草と播種床における実生雑草が多いか少ないかを判断し、適切な雑草対策を実施することで、草地の植生改善と維持年限の延長が期待できます。

### 3. 留意点

1) チモシー草地の更新時における施工・管理に関する情報として参考になります。

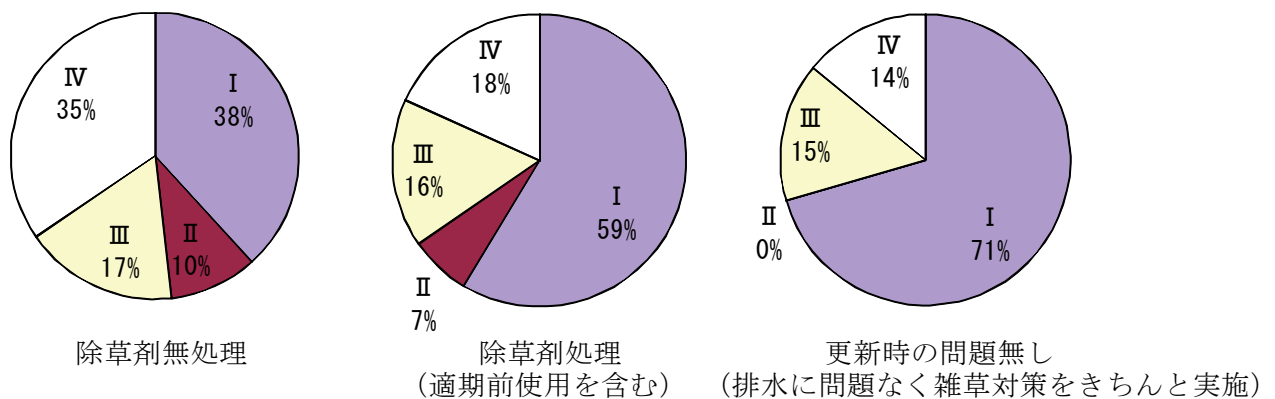


図3 草地更新時の雑草対策が草地の植生割合におよぼす影響(更新1~5年目の草地、全地域)  
 I: TY優占、II: 地下茎型イネ科草優占、III: 広葉草本優占、IV: 優占草種なし。  
 I~IIIは該当する草種割合が50%以上、IVはいずれの草種割合も50%以上にならない植生

表1 草地更新時における雑草対策

前植生の地下茎型イネ科草	播種床のギンギン類等実生雑草	雑草対策	備考
多	多	前植生処理 <sup>1)</sup> +播種床処理 <sup>1)</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>地下茎型イネ科草のリスクを更新前の植生で評価する。</li> <li>実生雑草の発生リスクを、聞き取りや土壌培養により、事前に評価する。</li> <li>除草剤は登録に従い適切に使用する。</li> <li>掃除刈りは適期に行い、必要に応じて搬出する。</li> <li>排水改良は適切に施工済みであることを前提とする。</li> </ul>
	少	前植生処理 <sup>1)</sup> +掃除刈り	
少	多	イタアンライグラス等の生態的防除	
	少	播種床処理 <sup>1)</sup>	
		掃除刈り	

1) グリホサート系除草剤による

# 平成 23 年度の主な行事

## 試験場公開デー

昨年は口蹄疫発生の影響から開催を見合わせましたが、本年は万全の防疫体制の下に、第 7 回目の公開デーを開催しました。

今回も晴天に恵まれ、町内をはじめ各地から約 500 名の方々がご来場されました。酪農と試験場についての理解を深めていただくため、酪農家の仕事と試験場との関わりをパネルで紹介したほか、試験ほ場や牛舎内を見学するバスツアー、牛とふれあう哺乳体験に搾乳体験、バターとカッテージチーズの手づくり体験などを企画しましたが、いずれもたいへん好評でした。

また、今回は「さけます・内水面水産試験場道東支場」の参画もあり、地域に生息する魚とふれあうコーナーでは、子どもさんの大きな歓声が聞こえました。

## 講演会「今後の根釧酪農を考える」

現在の酪農を取り巻く情勢が大きく変動していることから、これからの酪農経営や地域のあり方を検討するため、これまで 3 回の講演会を開催し、毎回約 70 名の参加を頂きました。



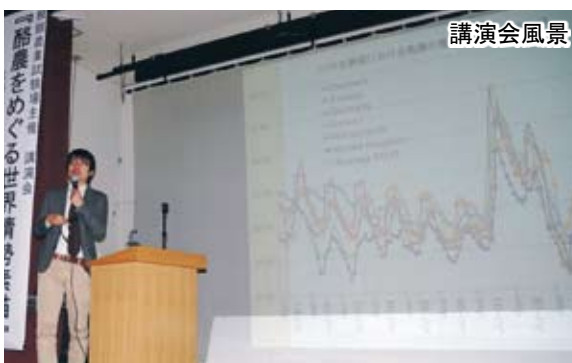
パネル展示



乳搾り体験



バター手づくり体験



講演会風景



講演会風景

根釧農試酪農研究通信第21号 (2012年3月発行)

発行／地方独立行政法人 北海道立総合研究機構  
農業研究本部 根釧農業試験場

〒086-1135 北海道標津郡中標津町旭ヶ丘7番地

TEL 0153(72)2004・FAX 0153(73)5329

印刷／雨宮印刷株式会社

