

寒地の酪農経営における アルファルファ導入ガイド



独立行政法人農業技術研究機構

北海道農業研究センター

北海道立畜産試験場

北海道立根釧農業試験場

北海道立天北農業試験場

はじめに

経済のグローバル化にともない、わが国へも海外から大量の飼料等が輸入されている。しかし、自給飼料から輸入飼料への依存度は、世界的な穀物需給の逼迫に起因した輸入飼料価格の高騰による経営の不安定化、過剰な家畜排泄物による環境負荷の増大、濃厚飼料多給による生産病の増加等の諸問題に止まらず、最近では、口蹄疫や牛海綿状脳症（BSE）の発生など、大きな社会不安をもたらしている。

これらを解決するためには、高品質な粗飼料の自給率の向上を図り、土地資源に立脚した物質循環型の持続的な畜産システムの確立が不可欠である。近年、寒地適応性の高いアルファルファ新品種「マキワカバ」、「ヒサワカバ」が育成されるとともに、新しいアルファルファ草地造成およびアルファルファの収穫調製に関わる素材技術が開発されたことから、農業技術研究機構・北海道農業研究センターおよび北海道立畜産試験場、農業試験場では、平成10年からそれぞれ「地域先導技術総合研究」、「地域基幹農業技術体系実用化研究」において、アルファルファを導入した高品質粗飼料生産・利用技術の開発並びに普及定着に取り組んでいる。

アルファルファは蛋白質やミネラル含量が高く、家畜の採食性も優れることから、高泌乳牛に対応した高栄養価牧草として注目されており、年間約30万トンのアルファルファ乾草が輸入されている。気象条件の厳しい北海道におけるアルファルファ利用の歴史は古いものの、栽培面積は約1万haで横這い状態である。また、寒害や凍結害等に対処するためイネ科牧草との混播利用が主体となっている。

この状況を打開して良質粗飼料の生産拡大を図るため、最近の研究成果を踏まえ、アルファルファの導入を志向する酪農家および関係指導機関を対象に栽培から収穫・調製、家畜への給与を含む総合的な技術マニュアルを作成した。本書は、自給粗飼料主体で9,000～10,000kgの個体乳量を目指す酪農家を対象に編纂されたものである。試験研究機関の研究成果が速やかに酪農現場に伝わり、生産性向上のみならずゆとり創出に貢献できれば幸いである。

編集委員長 竹下 潔

目 次

総論編

1. アルファルファの特徴	1
・導入の意義	
・優良品種	
・栄養成分および収量	
・単播と混播の特徴	
2. アルファルファの栽培	2
1) 草地造成	
・圃場の選定	
・土壌の改良	
・草種・品種の選定	
・播種量	
・播種期	
・施肥量	
・草地の造成作業	
・雑草対策	
・出芽数と雑草割合	
・同伴作物の利用	
2) 維持・管理	
・造成年の刈取り	
・維持年の刈取り	
・施肥管理	
・石灰の補給	
・混播草地の植生管理	
・除草剤散布	
・病害	
・冬枯れ	
3. アルファルファサイレージの調製・貯蔵	6
1) 収穫・調製	
・刈取り時期	
・調製方法	
・収穫方式	
2) サイレージの発酵品質	
・原料草としての特徴	
・添加剤の利用	
4. アルファルファの栄養価と給与効果	8
1) サイレージの飼料特性	
・栄養価	
・品質評価法	
・飼料品質と給与対象	
・乾草との違い	
2) 泌乳牛へのアルファルファサイレージ給与	
・乳生産と栄養摂取のタイムラグ	
・アルファルファの活用	
・粗飼料の種類と採食量	
・給与体系	
5. アルファルファの導入実態と将来展望	11
1) アルファルファ栽培の動向	
2) アルファルファに対する酪農家の意識	
3) アルファルファ導入の得失	
4) アルファルファ定着の展望	

各論編

1. アルファルファ草地の造成 1 4
 - Q1. マキワカバ、ヒサワカバの特性は？
 - Q2. コー ト種子とはどのようなものですか？
 - Q3. 堆肥を有効利用したいのですが？
 - Q4. 造成時の雑草対策は？
 - Q5. アルファルファの播種限界は？
 - Q6. 混播草種の組み合わせや播種量は？
2. アルファルファ草地の維持・管理 2 0
 - Q7. 混播と単播の基本的な刈取り管理の考え方は？
 - Q8. アルファルファ率に応じた施肥管理は？
 - Q9. 単播草地で高飼料価値を維持するには？
 - Q10. 持続性を重視した単播草地の刈取り管理は？
 - Q11. 除草剤の使い方は？
 - Q12. アルファルファに多い病害は？
 - Q13. アルファルファの冬枯れの原因は？
 - Q14. アルファルファは車輪踏圧に弱い？
 - Q15. 裸地が増えたらどうしますか？
3. アルファルファサイレージの収穫・調製 2 9
 - Q16. 栄養価からみた収穫適期は？
 - Q17. ロールベール収穫作業における留意点は？
 - Q18. 低水分ラップサイレージの発酵品質は？
 - Q19. 高水分サイレージの添加剤は？
 - Q20. フォレージマットメーカーとは？
4. アルファルファサイレージの特性を生かす給与法 3 4
 - Q21. サイレージの消化特性は？
 - Q22. 泌乳前期の給与効果は？
 - Q23. 相性のよい粗飼料の組み合わせは？
 - Q24. どんな併給飼料が効果的ですか？
 - Q25. 分娩前給与の留意点は？
5. アルファルファ導入の経営的効果 3 9
 - Q26. アルファルファの導入条件は何ですか？
 - Q27. 単播栽培の経営的メリットは？
 - Q28. 混播草地導入のメリットは？
 - Q29. コントラクトに作業を委託するメリットは？
 - Q30. 大規模に作付けしている優良事例を紹介ください
 - (1) 根釧地域
 - (2) 十勝地域
 - (3) 天北地域

資料編

1. 草地造成時の炭カル施用量
2. 土壌凍結深の推定法
3. 冬枯れリスクの算定法
4. その他の病害および虫害
5. アルファルファ乾草の品質評価法
6. 粗飼料給与割合と単播アルファルファ草地の所要面積

引用文献

執筆者一覧

索引

1. アルファルファの特徴

アルファルファ導入の意義：アルファルファは、日本の湿潤で酸性土の条件下では、根本的に作りにくい牧草とされている。しかし、アルファルファは本来非常に適応性の高い作物で、品種改良によって原産地の中央アジアとは大きく異なる環境に適応し、ヨーロッパ北部や北米などに栽培適地を拡大してきた。北海道においても寒地適応性の高い「マキワカバ」「ヒサワカバ」が育成され、高能力の国産品種が主流となる新しい段階を迎えている（ - Q1 ）。

一方、近年の泌乳能力の向上とともに、高品質な粗飼料が求められているが、アルファルファは粗蛋白質（CP）含量が高く、嗜好性のよい粗飼料である。圃場条件が良く本来の能力が発揮できれば、マメ科牧草の中では最も収量性が高く持続性に優れている。すなわち、環境保全型の持続的畜産を志向し、高能力な家畜の栄養要求に見合う飼料をできるだけ自給飼料から得ようとする場合、アルファルファはもっと栽培面積が拡大して然るべき飼料作物といえる。

適品種の選定：気象条件の厳しい寒地では、アルファルファ品種の適否が経営に大きく影響する。永年牧草は、一度播種したら5～10年もの長期間同じ品種を利用せざるを得ないこと等を考慮すると、品種選定は重要であり、農家個々の立地条件、労働条件あるいは利用目的等を考慮した上での判断が求められる。わが国で育成された品種は、従来外国品種に比較して適応性が大きく向上しており、北海道においても地域に合った収量性、各種障害抵抗性に優れたものを北海道優良品種として奨励している（表 - 1）。また、民間種苗会社も含めて、アルファルファの国産品種の耐寒性あるいは耐倒伏性の改良が進んでおり、今後、更に品種の高能力化、多様化が期待できる。

表 - 1 寒冷地に適したアルファルファの北海道優良品種

品 種	特 徴	バーティカム 萎凋病抵抗性	収量*	優良品種 認定年	育成国
マキワカバ	多雪地帯で多収	強	113	平6～	日本
ヒサワカバ	寡雪地帯で多収	強	110	平6～	日本
キタワカバ	持続性良	中	100	昭58～平11	日本
5444	やや倒伏しやすい	強	99	平2～	アメリカ
パータス	耐倒伏性良	強	97	平2～	スウェーデン
マヤ	耐倒伏性良	強	97	平2～	フランス
ユーパー	耐倒伏性良	強	98	平2～	フランス

* 収量は対キタワカバ比

栄養成分および収量：アルファルファは蛋白質含量が高いことが大きな特徴であるが、草丈の伸長とともに繊維成分が増加するため、粗蛋白質含量は低下する。ミネラルの特性としては、カルシウム（Ca）は蛋白質含量に関わらずほぼ1%前後で一定、カリウム（K）は生育初期の高蛋白時に高く、約2～4%の範囲であり、国内産のものは輸入アルファルファと比較するとCa含量が低く、K含量は逆に高い傾向にある。

全国的なアルファルファの収量性は表 2 の通りであるが、北海道地域では生育期間が短いので、自給率向上を図るためにはスケールメリットを利用した低コスト生産が望まれる。

単播と混播の特徴：単播利用か混播利用かを選択する場合、乾物生産性、維持年限、利用方法、気象条件、土壌条件、圃場排水性の良否等を考慮することが重要である。

単播は栄養価が高く、飼料成分の年間変動が少ない反面、持続性に劣るので畑作地帯における短期輪作を前提とした草地向きといえる。一方、混播は経年的な収量維持が可能で長期利用草地に適するが、番草別の飼料成分の変動幅は単播に比べ大きい。ちなみに、慣行のアカクロバ主体混播草地の平均的なマメ科率は 10%前後であるが、アルファルファ混播草地は

表 1-2 単播アルファルファ草地の収量性

地域	乾物収量 (kg/10a)	刈取り回数 (回)	備考
北海道	800~1200	2~3	マキワカバ、ヒサワカバ(道東)
東北	1200~1400	3~4	タチワカバ(山形)
関東	1200~1700	4~5	〃 (栃木、山梨 他)
近畿	1700~1800	5~6	〃 (愛知)

2.アルファルファの栽培

アルファルファ栽培は単播と混播があるが、給与対象や圃場条件等に応じて草地の利用方法を選択する。混播利用では、アルファルファ主体混播草地（アルファルファ率 50 ~ 70%）、イネ科主体混播草地（アルファルファ率 20 ~ 40%未満）に大別され、施肥管理や刈取り管理が異なる。

1)草地造成

圃場の選定：アルファルファをうまく定着させるためには圃場選定が重要なポイントとなる。栽培に当たっては、排水が良く肥沃な圃場を選ぶ。排水の悪い圃場では湿害でアルファルファの生育が極端に劣るのみならず、作業機等の踏圧や、スリップ等の影響を受け裸地化しやすくなるため、基盤整備の行き届いた圃場を選びたい。また、過湿な土壌は越冬性を弱める他、排水不良地は滞水が凍結してアルファルファを窒息させるアイスシートを形成しやすくなるので、排水対策は重要である。湿性黒色火山性土、泥炭土は湿潤になりやすいので、避けた方が無難である。

土壌の改良：土地生産性を高めるには、播種はできる限り早い時期に行う。このため、耕起は前年秋までに終えておくことが望まれる。アルファルファはアルカリ土壌を好むので、作付け予定地を早く決め、事前に土壌診断を行い酸性土の矯正量等を把握しておくことが重要である。とくに、石灰質資材施用は、アルミニウム (Al)、鉄 (Fe)、マンガン (Mn) の毒性成分の溶脱による減少、Ca、Mg (マグネシウム)、リン (P) 等の不可欠養分の

利用の増加、 土壌微生物活性の増加を促すといわれており、収量性向上のみならずスタンド（定着個体）の確立や永続性にも好影響を及ぼす。改良資材の投入効果はアルカリ度や粒子の大きさに異なるが、前作を含めて早めに散布する。ちなみに、酸度矯正の目安は pH6.0 ~ 6.5 とする（図 - 1）。

また、堆肥は有機物をエネルギー源とする根粒菌の着生を促進するなどアルファルファの生育に効果的であり、堆肥の施用は化学肥料の減肥につながる。なお、堆肥の施用量は 5t/10a 以内とし、雑草種子の混入を防ぐため、ある程度の発熱（60

程度で1日以上）を持って腐熟化させた堆肥を用いるのが望ましい。

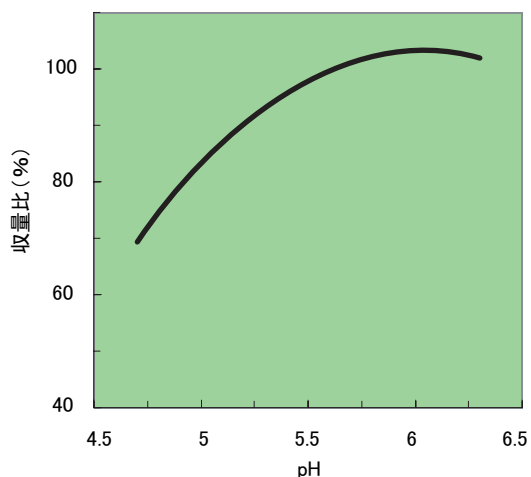


図 I - 1 土壌表層のpHとアルファルファ収量
—褐色森林土— (天北農試、1977)

草種・品種の選定：アルファルファ単播栽培は全道的に可能である。しかし、冬期間の土壌凍結が深い根釧地域では、単播での栽培は凍害で不安定になりやすいので混播が適する。従来より北海道ではイネ科牧草との混播利用が中心であるが、混播の組み合わせは、夏季冷涼な地帯ではアルファルファの生育を優先し、比較的競合力の小さいチモシーの極早生または早生との組み合わせが適する（ - Q 6 ）。一方、気象条件に恵まれた地帯ではオーチャードグラスの中生か晩生との組み合わせが適する。また、アルファルファは湿害を受けやすいので、排水の不良な圃場はイネ科主体草地として利用する。

アルファルファの品種では、北海道農業研究センター育成の積雪地帯向き品種「マキワカバ」と、土壌凍結地帯向き品種「ヒサワカバ」が流通量の約半分を占めている。なお、現在流通している種子の多くは、根粒菌を添加した炭カルで種子を包んだコート種子で、根粒菌の着生がよく、出芽も安定している（ - Q 2 ）。

播種量：播種量は単播と混播、播種床の条件あるいは播種時期等に合わせて調整する。コート種子では単播で 2 ~ 2.5kg/10a であるが、アルファルファ主体混播草地では、アルファルファ 1.5kg/10a を基本に他草種を 0.5 ~ 1.5kg/10a の範囲で混ぜる。ただし、混播では組み合わせるイネ科草種、目標とするアルファルファ割合あるいは気象条件で混ぜる割合も異なるので地域に適した混合割合を決める（ - Q 6 ）。また、雑草が多い場合や高温期の播種では、出芽・定着が不安定になりやすいので播種量を多くする。

播種期：越冬条件の厳しい寒地では、越冬前の根の発育が越冬性に大きく影響してくるため、できるだけ早く播種して、根の発育を促す必要がある（ - Q 5 ）。このため、春造成が基本になる。しかし、夏から秋にかけては、雑草の発生量が徐々に少なくなり、草地造成には有利な時期であり、全道の平均的なアルファルファの播種期限界が、8月中～下旬頃であることから、麦などの畑作物との輪作により、土地利用率を高めることが可能

である。この場合も播種は、できるだけ早く行う必要がある。

施肥量：基肥は播種牧草の根の発育と株の定着を図るためリン酸を主体とする(図 - 3)。単播草地では基本的に窒素は不要だが、根粒菌が根に着生して窒素を供給できるようになるまでの間のつなぎとして、以下の基準にしたがって造成時には窒素を少し施用する。これにより窒素肥沃度の低い圃場では 30 ~ 40%の増収が見込める。

表 I - 3 造成時の施肥量(N₂O₃-K₂O kg/10a)

耕地区分	沖積土	火山性土	洪積土
更新	4-15-6	2-20-8	4-20-6

注 早春播種で2回刈りを行う場合の1番草後の追肥は、
2年目以降の年間施肥量の1/2~1/3を施用する。
堆肥の施用は、5t/10a以内とする。

草地の造成作業：草地の造成にあたっては、アルファルファの特性を考慮し、以下の作業工程で行う。

- 耕起（土改材が多い場合は半量を耕起前に散布）
- 堆肥・土改材の散布
- 砕土、整地（堆肥と土改材の混和）
- 鎮圧（表層の乾燥防止）
- 播種、施肥（ムラのないよう均一に散布）
- 鎮圧（覆土をかねて丁寧に）

これらの作業工程は、用いる作業機、播種方法等により若干異なる。

雑草対策：草地造成時における最大の課題は雑草対策である。アルファルファは初期生育が遅く、日陰に弱いので、雑草に被圧されやすい。この問題を解決する方法として、グリホサート系除草剤の播種前処理が有効である。播種床造成後に一定期間放置して雑草を生育させ、播種 10 日前から播種当日にかけて除草剤を散布して雑草を枯死させる。とくに、アルファルファ単播草地の造成においては、多様な雑草の発生を待って除草剤を散布した後、葉面の液剤が乾きしだい速やかに播種する除草剤処理同日播種が推奨される（ - Q 4 ）。

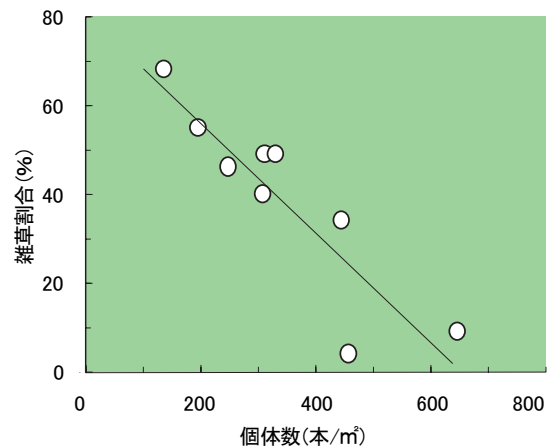


図 I - 2 アルファルファの定着と初回刈取り時の雑草混入割合(北農研、1999)

出芽数と雑草割合：単播栽培では造成時のアルファルファの出芽数が少ないと、その後の雑草侵入が多くなる(図 - 2)。雑草の少ない草地とするための出芽・定着数は、播種直後で 1 m² 当たり 500 ~ 600 本、播種当年の秋では 300 本前後が目安となる。

同伴作物の利用：早春は、比較的作業時間に余裕があるが、除草剤処理の効果が低い。このような場合、大麦やエン麦などの飼料用麦を同伴作物として混播し、これらに春雑草の生育を抑えさせ、2番草以降は、アルファルファだけの草地にする方法もある。この方法で播種するエン麦は、極早生～早生品種で、播種量は、1～2kg/10aとする。1番草への雑草混入は除草剤処理に比べ多くなるが、2番草以降は雑草の少ない単一草地となる。また、傾斜地でのエロージョン対策としても同伴作物の利用は有効である。

2)維持・管理

アルファルファの植生を利用目的に応じて安定的に維持するためには、刈取り時期に加えて施肥時期、雑草対策が重要になる。また、9月下旬～10月中旬の危険帯の刈取りは、越冬性を低下させるので避けることが重要である。

造成年の刈取り：造成1年目は、2年目以降の生産力を確保するために株数を確保するとともに株を充実させる時期に相当する。1回目の刈取りはできるだけ80日程度の生育日数を確保する。雑草対策を兼ねた60日以内の掃除刈りはアルファルファのスタンドを確保する上で悪影響があるので避ける。

維持年の刈取り：単播草地では、栄養価重視と持続性重視の刈取り管理がある。前者では、蛋白質含量の高いアルファルファを収穫するため着蕾期から開花始めに刈取る。維持年限は短縮するが、高泌乳牛に対応した栄養価の高い飼料を生産することができる（ - Q 9 ）。後者の持続性重視では、株の充実を図ることに重点を置き、刈取り間隔を十分に長くとり、利用2年目の刈取り回数を年2回とし、各々開花期に刈取ることでアルファルファの負荷を軽減する（ - Q 1 0 ）。ただし、収穫されるアルファルファの飼料価値は着蕾期刈りに比べ低下する。

アルファルファ主体の混播草地では、混播相手のイネ科草種に合わせて刈取り、施肥管理を変えることが重要である。チモシーとの混播では、アルファルファに比べ競合力の弱いチモシーの生育を重視した管理、オーチャードグラスとの混播では、競合力の弱いアルファルファの生育を重視した管理が重要になる（ - Q 7 ）。

施肥管理：アルファルファの栽培では初期生育の確保（株数の確保と根の充実）が重要である、そのためには適切な施肥管理に心がける必要があり、土壌分析を実施し、北海道施肥基準に準じて地域や土壌ごとに決める（ - Q 8 ）。施肥時期は、融雪または刈取り後に速やかに行うことが望ましいが、圃場が過湿状態での作業は車輪踏圧により株を痛めやすいので避ける。また、アルファルファの生育状態を良く観察し、ホウ素をはじめとする微量元素のチェックも重要である。

石灰の補給：アルファルファは石灰を多量に吸収し、その量はイネ科牧草の4～5倍に達する。したがって、少なくとも2年に1回は石灰を追肥する。とくに窒素肥料を施用する混播草地は酸性化しやすいので、pHを保ち安定的にアルファルファを維持するためには、

造成時の酸度矯正のみでは不十分で連年施用が有効である。また施用時期は機械走行によるダメージの少ない秋期とし、10a 当たり 40 ~ 60kg を目安とする。

除草剤散布：アルファルファは、造成時の雑草対策が成功しても、経年化とともに株数が減少し、裸地化にともなって雑草が侵入してくる。近年、強害雑草のギシギシに有効なチフェンスルフロンメチル剤（ハーモニー 75DF 水和剤）が開発されているので、使用基準にしたがって散布することで雑草混入の少ないアルファルファ草地が維持できる（ - Q 1 1 ）。

病害：アルファルファは、もともと比較的乾燥した地域を原産地としているため、わが国のように多湿な条件で栽培すると、萎ちょう病、そばかす病などの葉枯性病害をはじめ、様々な病気が発生しやすい（ - Q 1 2 ）。病害の被害を少なくするためには、品種の選択に注意することと、アルファルファを健全に育て、病気に対する抵抗力を高めることが大切である。また、刈り遅れは多くの病害の被害を大きくするので、適期刈りを心がける。

冬枯れ：寒冷地でのアルファルファ栽培では、越冬が大きな問題となる。越冬中にアルファルファの株が衰弱・枯死する「冬枯れ」には、低温や土壤凍結による凍害と積雪下で発生する病害によるものが含まれる。積雪や土壤凍結、春季の融雪後のアルファルファの状態をよく観察し、どちらの被害をより大きく受けているかを判断することが重要である（ - Q 1 3 ）。

なお、冬枯れについては、利用年数、土壤条件、刈取り回数等を点数化して危険度を予測する方法が米国で開発されている（ - 3 ）。寒地でのアルファルファの永続性に大きく影響する冬枯れについて、要因の寄与度合を定量的に表しており、維持管理の参考となる。

3.アルファルファサイレージの調製 貯蔵

1)収穫 調製

刈取り時期：アルファルファは、生育ステージが進むに従って草丈が伸長し収量が多くなるが、栄養価は低下する（図 - 3 ）。したがって、利用仕向けを考慮しながら刈取り時期を決定する。

CP 含量と収量性を考慮しながら高品質なアルファルファを収穫するためには草丈 80cm 前後が刈取り時期の目安となる（ - Q 9 ）。さらに生育が進むと乾物収量は増加するが、刈遅れは倒伏による蒸れや茎が粗剛化して嗜好性が低下する他、収穫時の機械作業による再生芽の損傷などで収量低下につながる。

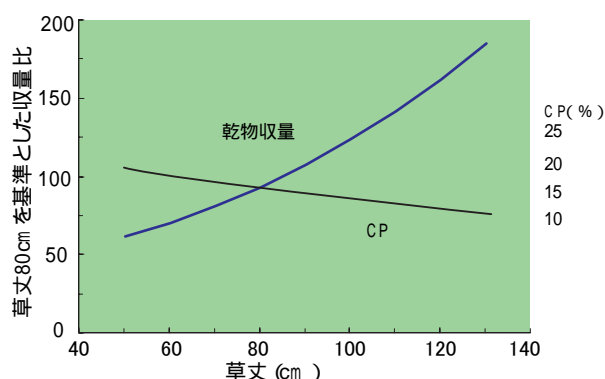


図 - 3 草丈と乾物収量および粗蛋白質の関係 (北農研、1999)

調製方法：アルファルファは CP やミネラルの豊富な葉部と繊維含量の多い茎部で構成される。葉部は、生育ステージの進行にともなう消化率の低下は少ないが、茎部では着蕾後期を過ぎると急速に消化率が低下する。サイレージの栄養価を落とさないためには葉部ロスを少なくすることが大切である。しかし、アルファルファの乾燥を促進するためテッドで転草すると、水分が低下するにしたがって、物理的衝撃で葉部が粉碎されたり、高速回転するタインが、絡まった茎から葉をむしり取るように作用して葉部割合が小さくなる（図 - 4）。したがって、わが国の気象条件では栄養価の高いアルファルファを収穫するためには、サイレージ利用が合理的である。したがって、単播草地やアルファルファ主体草地の収穫では、アルファルファの特徴を踏まえた収穫作業が求められる。

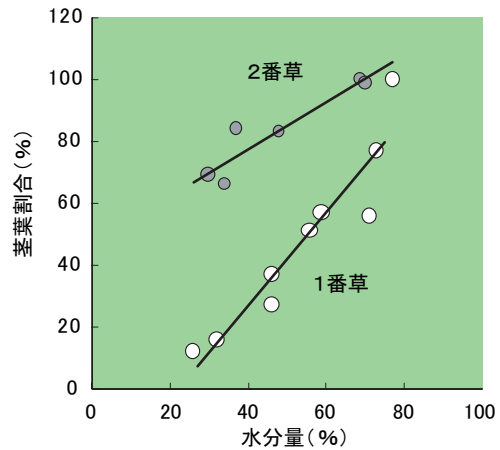


図 I-4 アルファルファ転草による脱葉 (北農試、1989)

収穫方式：アルファルファの収穫も一般牧草と同様に、フォレージハーベスタを軸としたバンカーサイロやスタックサイロに貯蔵する細切体系とロールペーラで梱包後にストレッチフィルムで密封する梱包体系に大別される。

<細切体系> 通常、刈り倒し列のままで半日ほど予乾してからフォレージハーベスタで吹き上げられるが、調製時の水分が 70%以上では排汁が出て栄養損失が多くなるとともに発酵品質が低下する。ちなみに細切体系でバンカーサイロへ詰める場合は、排汁が少なく、踏圧効果の高い 65 ~ 70 % が適水分となる。

ワゴン一体型や自走式のフォレージハーベスタによる細切方式は、作業能率が高く、省力的で、共同作業やコントラクタで広く採用されている。



写真 - 1 自走式フォレージハーベスタの吹き上げ作業とバンカーサイロ詰め

<梱包体系> アルファルファは、可溶性炭水化物が少なく、水分が高すぎると良好な発酵が期待できない。反対に転草等で乾燥し過ぎると脱葉損失が多くなるので、梱包体系で

は水分 50 ~ 60 %でサイレージ調製することが重要である。

新たな試みとして、アルファルファをテッダで転草せず、フォレンジマットメーカーと称する作業機で摩砕（捻り潰す）し、マット状にして乾かす収穫方式が開発されている。この体系では、圃場予乾過程で脱落し易い葉部に衝撃を与える回数が少なくなるので、葉部損失の少ない高品質なサイレージ調製が期待できる（ - Q 2 0 ）。



写真 - 2 ロールペーラの梱包作業とラップサイロによる貯蔵

2)サイレージの発酵品質

原料草としての特徴：アルファルファは発酵に使われる水溶性糖類が少なく、また、緩衝能が高いので pH が下がりにくいのが特徴である。したがって、イネ科牧草に比べると乳酸発酵しにくく、水分含量が高いほど揮発性塩基態窒素（VBN）の割合が増える。全窒素に占める VBN の割合でサイレージ品質を評価する場合、10 前後が「並」ランクで、数値が小さくなるほど「上」ランクである（図 - 5）。

添加物の利用：アルファルファの収穫過程で、良質なサイレージ発酵が期待できる水分まで圃場予乾できない場合は、添加剤の利用が効果的であるが、添加剤は種類が多く、アルファルファに有効なものとの効果の低いものがあり、注意が必要である（ - Q 1 9 ）。

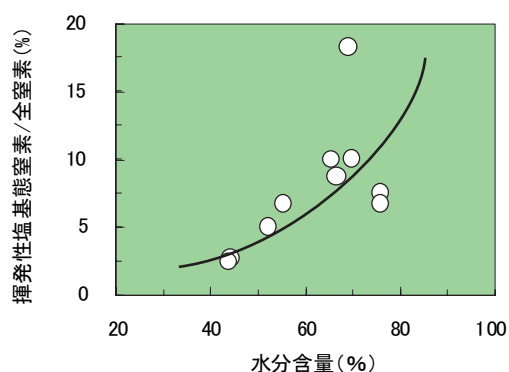


図 I-5 ラップサイレージの発酵特性

4.アルファルファの栄養価と給与効果

1)サイレージの飼料特性

栄養価：アルファルファの CP 含量は、通常のイネ科牧草やトウモロコシの約 2 倍となる（表 - 4）。泌乳牛は、CP16 %前後の飼料を必要とするが、アルファルファを給与した場合、イネ科牧草に比べると高価格の蛋白質飼料の補給量が少なくて済む。また、カルシ

ウムはイネ科牧草の約2倍、カリウムも3%前後と高く、粗灰分含量は乾物中10%前後を占めている。アルファルファは、ミネラルの供給源となるばかりでなく、pHの低下を抑える緩衝能が高いためにルーメン発酵の安定性にも寄与できる。

表 I-4 牧草、トウモロコシサイレージの平均的品質

種類	TDN	粗蛋白質	ADF	NDF	水分
アルファルファ単播*	57.8	19.4	30.0	46.9	57.2
チモシー混播**	55.0	11.1	39.6	67.5	67.4
オーチャード混播**	56.8	12.4	37.2	64.3	61.2
トウモロコシ**	63.5	9.0	28.1	50.2	72.1

* 北農研、2001、1~3番草

**十農協連農産化学研究所、1996~2000、十勝管内、1番草

アルファルファはイネ科牧草に比べると、総繊維にほぼ等しい中性デタージェント繊維(NDF)含量が少なく(表-4)、ルーメンでの分解・通過速度も速いため、消化管内での物理的充満度による採食量制限は受けにくく、イネ科牧草より粗繊維の消化率が低くても多く採食することができる(-Q21)。つまり、イネ科牧草では粗飼料給与割合を高めると、採食量が大きく減少するので、乳量を高く保つのに適した粗飼料割合の範囲が狭い。これに対してアルファルファでは、粗飼料割合を高めても、採食量が維持されるので、粗飼料給与の許容範囲が広く、ルーメン発酵が安定し、乳成分の極端な変動なしに乳量を高く維持することができる。

品質評価法：わが国でも良質なアルファルファ輸入乾草に匹敵するアルファルファサイレージを調製することが可能である。米国では流通するアルファルファ乾草の品質評価に相対飼料価(RFV)が用いられており、アルファルファサイレージにおいてもRFVで同様に品質を評価できる。RFVは酸性デタージェント繊維(ADF)から推定した乾物消化率とNDFから推定した可能乾物摂取量を考慮した牧草品質の相対的な評価指標である。アルファルファの完全開花期の成分をADF41%、NDF53%とし、この時のRFVを100としている(-5)。

飼料品質と給与対象：アルファルファであれば、どのような品質でも泌乳牛に適しているわけではなく、乳牛の成育ステージや泌乳ステージに応じて要求されるアルファルファの品質は異なる。品質と対象牛との関係の目安は表-5となる。泌乳前期牛と1~3カ月齢子牛にはRFV140以上の最高品質のものを収穫・給与すべきである。

表 I-5 アルファルファの品質と給与対象牛(オクラホマ州立大、2001)

	アルファルファ品質(相対飼料価、RFV)			
	<110	110~125	125~140	>140
給与対象	18~24ヶ月育成牛 乾乳牛	12~18ヶ月育成牛	3~12ヶ月育成牛 泌乳中・後期牛	1~3ヶ月子牛 泌乳前期牛

乾草との違い：乾草とサイレージでは、脱葉等がなければ調製段階で成分含量に大きな違いは生じないが、ルーメン内での蛋白質の分解に大きな違いが見られる。乾草では可消化蛋白質の70%程度がルーメン内で分解されるのに対し、サイレージでは80%近くにな

る。アルファルファは、低エネルギー飼料なので、ルーメン内微生物の増殖が制限される。ルーメン内で微生物体蛋白質に再合成されなかった蛋白質は、尿へ排出され無駄になる。つまり、アルファルファサイレージは、乾草に比べ無駄になりやすい蛋白質が多く、サイレージ給与にあたっては、このことを考慮した併給飼料の組み合わせが必要である。(- Q 2 4)

2) 泌乳牛へのアルファルファサイレージ給与

乳生産と栄養摂取のタイムラグ：泌乳牛は分娩後6週前後で最高乳量に達するが、採食量が最高に達するまでには2～3カ月を必要とする(図 - 6)。そのため分娩後暫くは栄養摂取が乳生産に追いつかず、分

娩までに蓄積された栄養素を取り崩して乳生産を維持することになる。十分に飼料を食い込めない場合は、生体内における物質の化学的变化(合成と分解)が円滑に進まなくなり、乳生産が低下すると同時にケトosisや脂肪肝などの代謝病あるいは消化器障害を併発することにもなる。これを防止するためには、十分食い込める飼料を

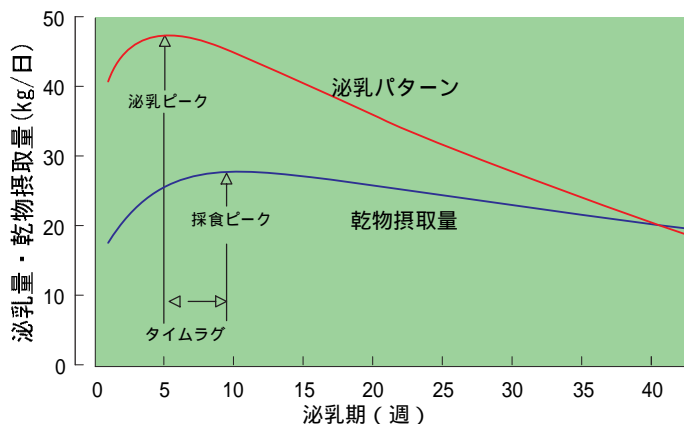


図 - 6 泌乳パターンと摂取量
(乳量10,000kg/乳期)

与える必要があり、粗飼料の種類と品質が重要となる。つまり、低品質粗飼料では、乳生産に必要なエネルギーを補おうとして、どうしても無理に濃厚飼料を多く与えることになり、ルーメン発酵が異常になってやはり代謝障害が引き起こされる。良質粗飼料を十分に与えることができれば、粗飼料の採食量が増加し、相対的に濃厚飼料割合が低くなり、ルーメン発酵も安定し、高泌乳牛群の健康の維持が容易である。

アルファルファの活用：アルファルファは、消化管通過速度が速くて採食量が多いので、分娩後の飼料摂取量を増加させる粗飼料として適している。とくに、エネルギー濃度の高いコーンサイレージと組み合わせた混合飼料(TMR)は、泌乳前期の栄養管理に活用するのに有効である。濃厚飼料と粗飼料の乾物比が1:1の場合、粗飼料給与割合を45%から60%まで増加しても、乾物摂取量や乳量はほとんど減少しない(- Q 2 3)

分娩前後の栄養管理のポイントは、代謝病の危険性を防いで高泌乳を達成するために、分娩後の乾物摂取量を早期に増加させることである。その対策は分娩前からルーメン環境・機能を整えるため、分娩後の濃厚飼料主体飼料に馴致させることから始まる。分娩予定日の3週間前から、濃厚飼料の給与比率を3割程度まで高め、粗飼料も分娩後の給与粗飼料とほぼ同じものを使って、ルーメン絨毛の発達を促進するのが望ましい。ただし、分娩前にアルファルファを多給すると乳熱発生の危険性が高まるので注意が必要である(- Q 2 5)

給与体系 貯蔵方式や給与方式によってもアルファルファの活用の仕方が異なる。

< TMR 方式 > 細切体系で固定サイロへ貯蔵される経営に多い給与方式である。牛が要求する飼料全てが適正に配合されているので、泌乳前期の高泌乳牛に必要な高品質粗飼料を十分採食させることができ、ルーメン発酵の制御が容易となる。選択採食される心配が少ないので、繊維含量の高いステージでの収穫も可能となる。アルファルファ給与で乳量アップを図る飼養管理を目指す経営には最適である。

しかし、現時点では、アルファルファの作付け面積が少ないため1本の固定サイロにはイネ科牧草と混在するケースが多く、アルファルファの利点を生かした給与が難しい側面もある。サイロ内の原料草の位置や水分等を記録して給与時の飼料計算に生かす他、栽培面積に見合ったサイロを設置するなどの工夫が望まれる。

< 分離給与方式 > ロールベール等の梱包個体で収穫する経営に多い給与方式で、牛の能力に応じたきめ細かい管理が容易である。施設への投資が少なく済む反面、選択採食されてルーメン発酵の制御が困難になり、各飼料中の栄養分が効率的に利用されにくくなる。サイレージの品質がその摂取量に大きく影響するので、栄養価が高く嗜好性の良いアルファルファサイレージの調製を心掛ける。

いずれの、給与体系においても、アルファルファサイレージの利用目的は粗飼料からの蛋白質の増給にある。貴重な自給粗飼料を有効に活用する視点から、単なる増給に止まらず、これに適した併給飼料を選択して、効率的なルーメン発酵を図らねばならない。

5.アルファルファの導入実態と将来展望

1)アルファルファ栽培の動向

北海道の牧草生産においてアルファルファの占める作付け面積割合は1.7%で、牧草地全体で見るとマイナーな草種であり、しかもその比重は1990年代後半から低下傾向にある(図-7)。

しかもそのほとんどは混播栽培で地域によるばらつきも大きく、例えば、畑作地帯の網走地域はアルファルファの作付率が高く、牧草地のなかで一定の地位を確保しているし、十勝地域においては、地元農協の積極的な取り組みでここ数年アルファルファ作付けは増加傾向にある。

帯広川西農協管内の酪農家を対象に実施した調査結果によれば、現在アルファルファ草地を有する農家は約50%、残りの半数が過去にアルファルファを栽培した経験があり、アルファルファに関する知識は豊富と推定される。

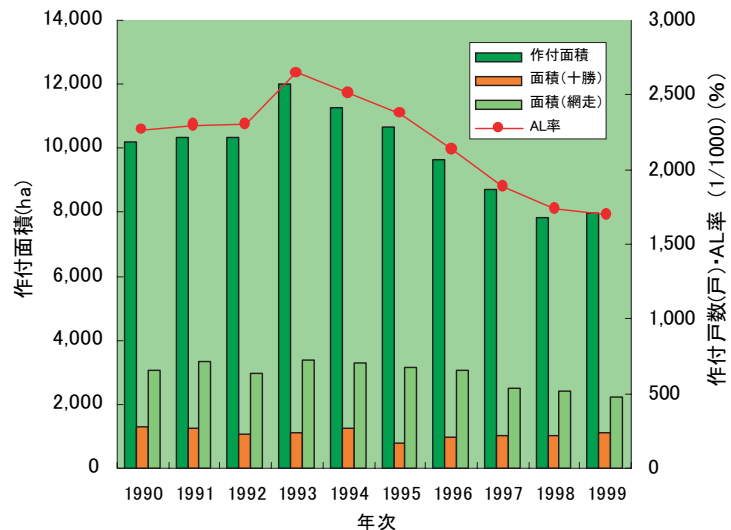


図 I-7 アルファルファ(AL)の作付動向(北海道)
北海道農政部酪農畜産課調べ

2)アルファルファに対する酪農家の意識

同じく帯広川西農協管内の農家がアルファルファに期待する点は「飼料品質向上」で、「乳量増加」「嗜好性がよい」が続くが、他方、「乳質改善」や「単収増加」についてはあまり期待されていない。

一方、アルファルファの問題点としては、「持続しない」「圃場条件が難しい」「栽培管理が難しい」「定着が難しい」と認識されている。

このように全ての酪農家でアルファルファの評価は高く、栽培管理上の具体的な問題の指摘が認められる事から、こうした技術的課題が克服されればアルファルファの普及が進むと考えられる。

また、根釧地域でアルファルファを導入している酪農家の実態調査によれば、アルファルファの導入目的としては帯広地区と同様に「飼料成分向上」や「マメ科の持続性」が大きいが、その後確認された効果は必ずしも十分ではない(図 - 8)。他方、「乳量増加」では導入時の目的を上回る効果をあげている。主としてアルファルファの作付比率の小さい農家から導入効果が確認できない「効果不明」とする回答が多かったことから、栽培技術の習得と利用のための研究会活動や情報伝達などを進めながらアルファルファの導入と定着、面積の拡大に取り組むことで、経営メリットを増加させることができると考えられる。

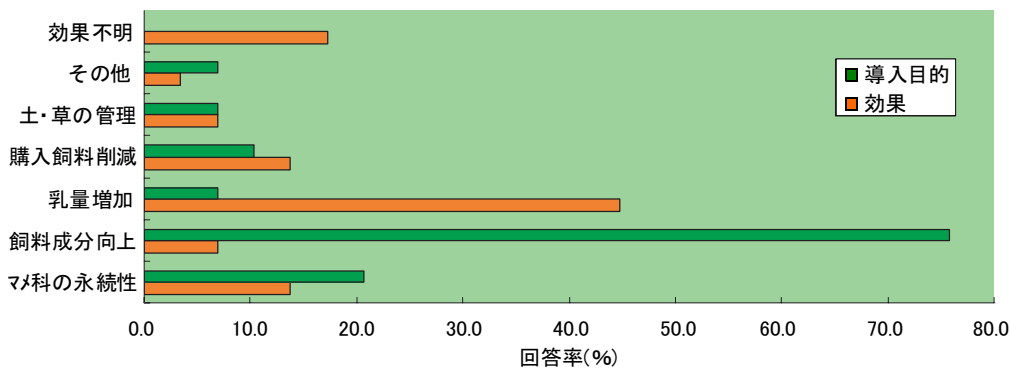


図 I - 8 アルファルファ混播草地導入の目的と効果の回答率
(根釧農試、2003)

3)アルファルファ導入の得失

酪農経営におけるアルファルファの導入は、経営面積に限られるなかでは、チモシーなど既存草種のアルファルファへの転換を意味する。したがって、アルファルファが酪農家に導入されるためには既存草種を上回るメリットがなければならない。

アルファルファのメリットは既に多くの酪農家が認識しているし、併せてその栽培リスクも知られている。品質の高いアルファルファは高泌乳牛に給与する粗飼料として最適である。それは乾物摂取量の増加に媒介された泌乳量の増加と濃厚飼料給与量の削減が同時に実現されるからである。例えば、一定の条件下でアルファルファ(単播)がトウモロコシサイレージと併給されれば、牛乳生産量は3%増加し、乳飼比(購入飼料費÷乳代)は36%低下するため、その結果農業所得は5%増加すると試算されている(- Q 2 7)。

他方、十勝や根釧地域のような土壤凍結地帯では慣行品種アルファルファの越冬性が低く、それは利用年限の短さや単収の低さとして現れる。アルファルファの混播利用は品質の低下と引き替えにこうしたデメリットの緩和を目的としている。このようなアルファルファの特性(低単収と高品質、単播あるいは混播)が既存草種と総合的に比較され、前者が上回ればアルファルファが導入されることになる(- Q 2 6)。

本書で紹介している新品種をはじめとする近年の技術開発は低単収の改善と高品質のさらなる向上をもたらす、アルファルファの導入可能性を高めるものである。しかし、その現れ方は個々の酪農家により大きく異なることから、経営面積や個体乳量、土壌特性などそれぞれの経営条件に応じてアルファルファ導入の是非が判断されなければならない。

4)アルファルファ定着の展望

前述の調査によると、現段階でアルファルファを導入している多くの酪農家において、アルファルファの作付け規模が小さく給与量が少ないこと、イネ科主体の混播草地であることから、その導入が経営全体の収益性を左右する水準に達していないと考えられる。また、濃厚飼料に依存し自給飼料に必ずしも高栄養を要求しない既存の体系では、アルファルファを導入するとなると難しい面もあろうと考えられる。

しかし、アルファルファ新品種の育成や栽培、収穫調製に関する個々の技術は、近年、急速な進歩がみられる。さらに、食の安全性に関する消費者の意識の高まりのなかで、家畜へのストレスが少なく、自給粗飼料をベースとした安全性の高い生産物は大きな付加価値を生む可能性がある。アルファルファも給与場面では飼料の一構成要素であり、飼養頭数の増加にともないその生産に割ける労力に限度があるとすれば、播種から給与までの全体の流れを見通して、人員あるいは施設、機械に見合った利用法を事前に検討し、経営的にプラスになることを確認しておく必要がある。その場合、アルファルファ給与がもたらす乳量増加効果のみならず、家畜疾病の減少がもたらす経産牛の長命化や家畜ふん尿の有効利用が経営に及ぼす影響も正當に評価する必要がある。

自給飼料生産における機械の共同利用や共同作業による生産の効率化のみならず、今後重要な役割を持つと考えられるコントラクタの作業体系に合わせたアルファルファの大規模栽培・利用技術の開発が進めば、アルファルファの導入・定着は大きく前進する(- Q 2 8)。

各論編

1. アルファルファ草地の造成

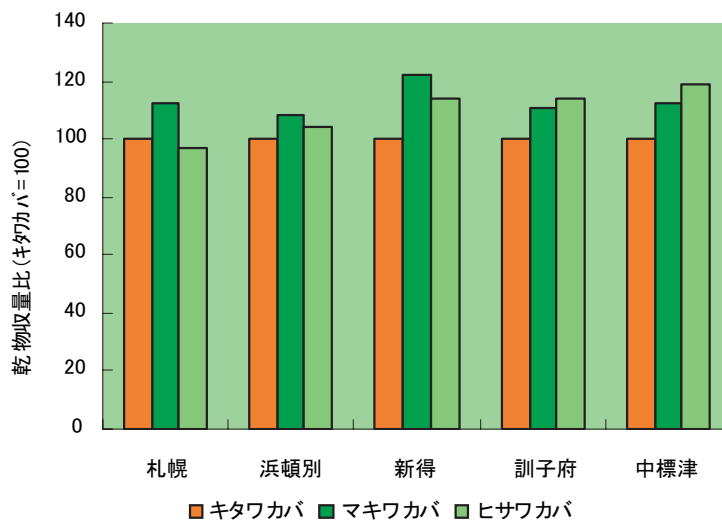
Q1. ヒサワカバ、マキワカバの特性は？

アルファルファ新品種「マキワカバ」と「ヒサワカバ」は、(旧)農林水産省北海道農業試験場、現在の独立行政法人農業技術研究機構北海道農業研究センターで育成され、1994年に農林登録、同年北海道の奨励品種に採用されました。

品種の特性

両品種は、国内育成品種では初の、バーティシリウム萎凋病に抵抗性を持つ品種です。また、海外で育成された品種に比較して多収で、そばかす病、いぼ斑点病等の葉枯れ性病害に強く、耐倒伏性にも優れています。

1990年から1992年まで北海道の5地点(札幌、浜頓別、新得、訓子府、中標津)で行われた試験での収量調査の結果から、「マキワカバ」は比較的積雪の多い地帯に、「ヒサワカバ」は少ない地帯に適するものと考えられます(図-1)。栽培地の条件により、両品種を上手に使い分けることで、より収量を増加させることが可能です。



図Ⅱ-1 「マキワカバ」「ヒサワカバ」の乾物収量
- 4年間合計、「キタワカバ」対比 -

普及状況

1997年より利用が始まり、現在では北海道の代表的品種として両品種合わせて全体の半分以上のシェアを占めるようになってきました。

Q2.コート種子はどのようなものですか？

マメ科牧草は根粒から窒素を供給するので、アルファルファには根粒菌が必要です。アルファルファが定着し、大きく育って生産に結びつくためにはアルファルファ専用の根粒菌の着生が重要なポイントです。

コート種子の仕組み

コート種子とは、作物の出芽や幼苗の定着を図るため、根粒菌とともに種子の回りに土壌改良資材、肥料などをコーティングしたものです（図 - 2）。吸水性がよいので、発芽が早くなります。

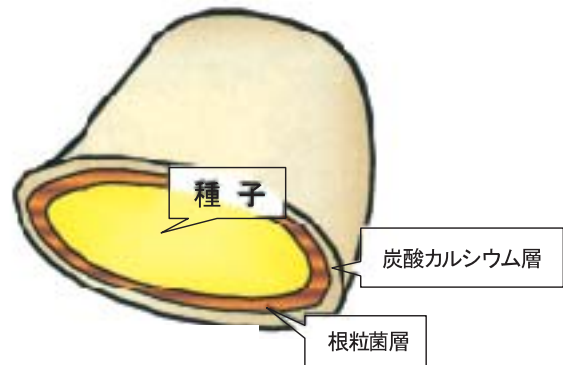


図 II - 2 コート種子の仕組み

コート種子の効果

アルファルファコート種子は播種初年目からほとんどの株に根粒菌が着生します。種子の回りに石灰等とともに根粒菌が付着しているため、従来の裸種子に根粒菌をまぶして播種する方法（無処理）に比べ、発芽とその後の生育が良好です。コート種子は重量が無処理の裸種子の 1.5 倍あるため同じ播種重量では播種粒数が 2/3 になりますが、出芽率が 10 %前後高くなることから多くのスタンド（定着個体）を確保でき、20 %程度の乾物収量の増加が期待できます（表 - 1）。

表 II - 1 コート種子の根粒着生および収量

	根粒菌着生率(%)		乾物収量(kg/10a)	
	無処理	コート種子	無処理	コート種子
播種初年目	12	97	252	309
〃 2年目	56	98	793	996

注1) 根創農試、天北農試、北農試の1番草平均

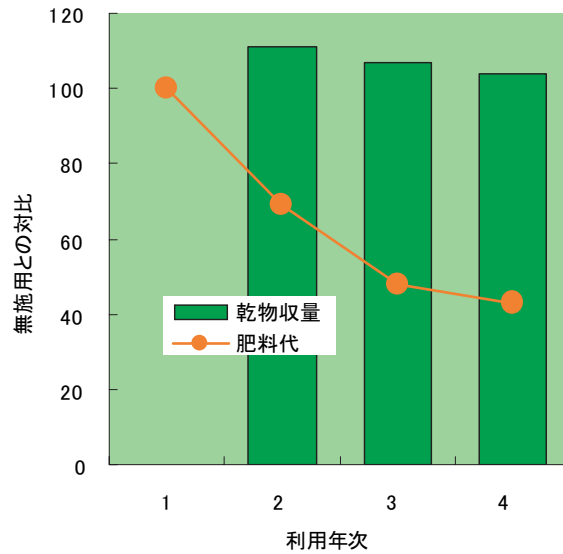
留意点 根粒菌は、乾燥や熱に弱い他、酸性の強い土壌では、菌の発育が規制されます。なお、種子の保存にあたっては、直射日光及び過湿な場所を避けます。

Q3.堆肥を有効利用したいのですが？

アルファルファの栽培は、肥沃な土壌の方が定着し易く、造成が容易となります。堆肥はいろいろな有機質、無機質の成分を豊富に含み、土壌微生物の活動を活発にし、土壌を生き返らせます。また、堆肥に含まれる有機物はアルファルファに着生する根粒菌のエネルギー源となって菌を増殖させ、益々アルファルファの生育にプラスとなります。

堆肥施用の効果

堆肥は、いくら良いからといって造成時一度に大量に投入することは控えます。環境に配慮するとともにマメ科牧草の生育が抑制されないために、1年に散布できる量は5t/10aが限界です。堆肥無施用に比べて、収量が約10%増え、購入肥料代が半分以下に節約できます(図-3)。出来れば堆肥を利用したサイレージ用トウモロコシの栽培を2、3年続けて土壌に十分堆肥を投入した後にアルファルファを播種するのが、アルファルファに対する最も有効な堆肥の利用法といえます。



図Ⅱ-3 堆肥施用の経済性(天北農試、2001)
—単播アルファルファ、造成時に5t/10a施用—

表Ⅱ-2 堆肥から牧草に供給される成分量(kg/現物1トン)

成分	更新(造成)時		維持(追肥)段階	
	2年目	3年目	施用当年	2年目
窒素(N)	1.0	0.5	1.0	0.5
燐酸(P ₂ O ₅)	0	0	1.0	0
カリ(K ₂ O)	1.5	0	3.0	0

注. 更新時は施用量に関わらず減肥しない、火山性土

施用時期

造成時は、プラウで耕起した後に散布し、整地を兼ねて土改材と表層に混和します。また、造成3年目から、維持段階でも化成肥料の代替として利用でき、その分の購入肥料を減らすことができます(表-2)。この場合、過剰になりやすいカリが施肥基準を超えない範囲で堆肥の散布量を決めます。



写真 - 1 堆肥の散布作業

Q4.造成時の雑草対策は？

雑草対策の基本は、まず雑草の埋土種子が少ない圃場を選ぶことです。そのため、トウモロコシなどの飼料作物を何年か作り、埋土雑草を少なくすることが大切です。

除草剤処理同日播種

単播草地を造成する場合、播種床を整備した後、そのまま放置して雑草を先に発芽させ、これに除草剤をかけてから播種する除草剤処理同日播種法（除草剤の播種前処理）が有効です（図 - 4）。この方法により、アルファルファ播種後の雑草発生量を従来の播種方法の半分以下に減らすことができます（図 - 5）。

播種床放置期間中に地表面がクラスト化し、出芽定着が悪くなる事があります。このような場合、スプリングタイン式の畑作用除草機や表層破碎装置（写真 - 2）で、播種床表面を深さ 1cm 程度で筋状に破碎（表層破碎）してから播種することにより出芽・定着率が高まります。

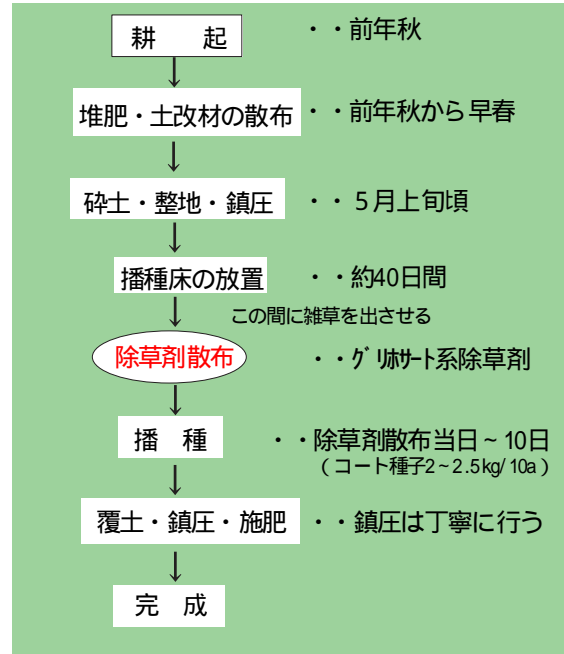


図 - 4 除草剤処理同日播種法の作業工程

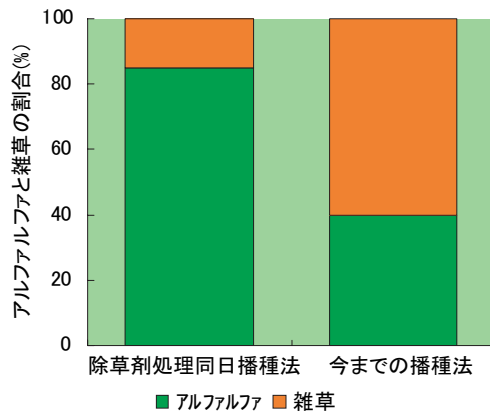


図 II - 5 除草剤処理同日播種法による雑草抑制効果（播種後初回刈取り時の雑草割合）



写真 - 2 グラスシーダの前面に取り付けた表層破碎装置（北農研、2000）

留意点：造成時の除草剤散布ムラや播種ムラは雑草の侵入を招きやすくなります。土壌条件や播種時期に応じて適正播種量を確認するとともに、造成作業においては、ブームスプレーヤの先端の重なり具合や種子の落下状況を確認しながら、丁寧な作業を心がけます。

Q5.アルファルファの播種限界は？

アルファルファは強い霜が降り、生育の止まる6週間前までに播種する必要があります。

播種時期

播種時期は、土壤凍結が厳しい地域を除き、8月一杯が限界といえます。これ以降で越冬できる場合もありますが、貯蔵養分量が少ないため萌芽後の生育が遅くなり、雑草との競合に負ける恐れがあるので9月以

降の播種は避けた方がよいでしょう。とくに単播草地では、冬期間の凍上による断根や浮上根等の凍上害を防ぐ意味でも、越冬までの期間を十分に採る必要があります。8月中の播種でも、播種翌年の生育を考えるとお盆前くらいまでに播種を終えることをお勧めします。なお、土壤凍結が厳しい地域では、7月中に播種をしましょう(図 - 6)。

播種量

単播の場合、播種量はコート種子で2～2.5kg/10aが適当ですが、播種時期が遅い場合、播種量を増やし、越冬前の個体数を確保するようにします。

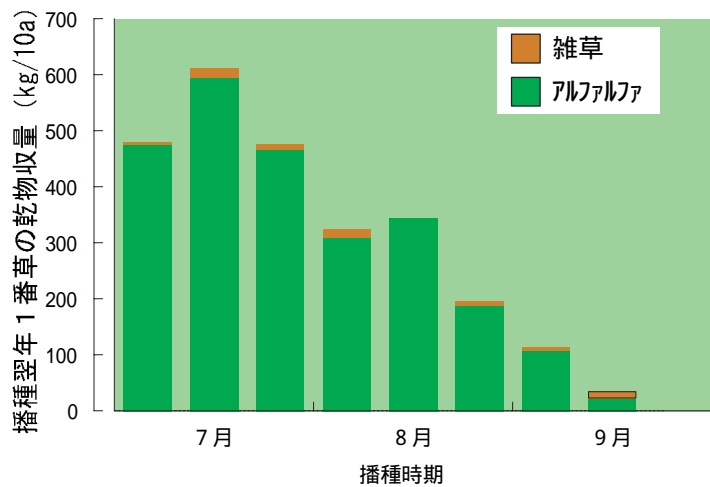


図 - 6 播種機の違いが翌年の1番草の乾物収量に及ぼす影響 (根釧農試 2001)

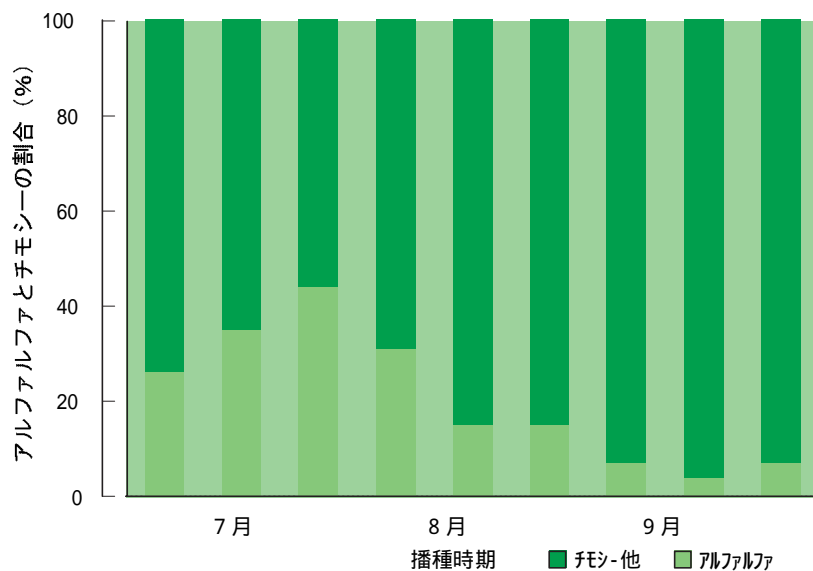


図 - 7 播種期が異なる混播草地の播種翌年1番草の混生割合 (根釧農試 2001)

混播では、目標とする混生割合にあわせて播種割合を変える必要があります(- Q6)。ただし、播種時期が遅くなるほどアルファルファの越冬が難しくなり、相対的にイネ科牧草の割合が高くなるので、この点を考慮して播種量を決定する必要があります(図 - 7)。

Q6.混播草地の草種組み合わせや播種量は？

混播草地の播種設計を立てる際に、まず、マメ科牧草を主体にするか、イネ科牧草を主体にするのかを決めます。マメ科率の高い草地を作りたいなら、アルファルファの導入が有効です。

アルファルファを主体とした組み合わせ

気象条件や土地条件によってアルファルファとイネ科牧草との競合関係に差があるため、地域によって組み合わせる草種や播種量が異なります。根釧など土壌凍結があり夏期間の気象が冷涼な地域では初期生育の遅いチモシーとの混播が適当です。土壌凍結はあるが夏期間の気象が良好な網走、十勝の内陸では単播またはチモシーとの混播が考えられ、土壌凍結のない、天北の内陸、道央、道南などでは単播または耐冬性は低いが収量の多いオーチャードグラスとの混播が考えられます。表 3 にアルファルファ率 50 %以上の草地を作るための各地域別の混播組み合わせと播種設計例を示しました。道央については、地域によって適正なイネ科草種も異なるためオーチャードグラス、チモシーそれぞれの場合を示しています。

表Ⅱ-3 アルファルファ主体混播草地の播種量(kg/10a)

地域	アルファルファ	チモシー(早生)	オーチャードグラス
道央	0.8	—	1.5
〃	1.0	1.0	—
天北	1.8	—	0.6
十勝	1.6	0.5	—
北見	1.5	1.5	—
根釧	1.5	1.0	—

注. アルファルファはコート種子

イネ科牧草を主体とした組み合わせ

イネ科主体の混播草地で、マメ科率は低くても維持年限が長く一定の割合を維持したい場合は、これまでの[イネ科牧草+アカクローバ]のアカクローバを、アルファルファ 0.5kg/10a 程度と置き換えます。いずれにしても、播種量の割合は上の表を基本に、各地におけるイネ科牧草とマメ科牧草の競合関係を勘案して決めてください。(- Q7)

留意点：オーチャードグラス、チモシーともに越冬前の生育量が小さいと越冬性が低くなるので、8月中に播種するのが望ましいといえます。

2 . アルファルファ草地の維持・管理

Q7.混播と単播の基本的な刈取り管理の考え方は？

単播と混播では維持管理法が異なります。単播草地ではアルファルファの栄養価や越冬性を中心に考えれば良いのに対し、混播では、競合関係で弱い草種に合わせた管理を行うことがアルファルファ率を維持するうえで重要となります。単播草地については後述するので、ここでは、主に混播草地についての考え方を示します。

混播草地の維持管理

表 - 4 にアルファルファ主体混播草地の基本的な刈取りスケジュールと窒素施用法を示しました。生育の旺盛なオーチャードグラスとの混播の場合はアルファルファの生育に合わせた管理、再生が遅いチモシーとの混播ではチモシーの生育に合わせた管理を心がけましょう。いずれも、9月下旬～10月上旬の刈取り危険帯[※]の利用を避けることが原則です。

表Ⅱ-4 アルファルファ主体混播草地の維持管理法

混播相手 イネ科牧草	競合関係	刈取回数	刈取り時期			施肥配分 (窒素施肥量)
			1番草	2番草	3番草	
OG	AL<OG	3	6月中旬 着蕾期 →	8月上旬 50日 →	10月中、下旬 70日	均等配分 (0 kg/10a)
TY	AL>TY	2	6月下旬 着蕾期 →	8月下旬 60日		早春重点 (6~9 kg/10a)

注 AL: アルファルファ、OG: オーチャード、TY: チモシー

刈取り危険帯とはアルファルファは秋の短日、低温（日平均気温約 15℃）になると越冬するため必要な貯蔵養分を根にため込む時期を指す。この時期の刈取りは、越冬体制への移行を停止させ、冬枯れや翌春の収量低下につながる。刈取り危険帯は地域によって多少異なるが、9月下旬～10月上旬頃である。

Q8.アルファルファ率に応じた施肥管理法は？

アルファルファに対する窒素供給は根粒菌に任せることを第一とするのが良いでしょう。根粒菌に十分働いてもらうには窒素肥料を「ゼロ」とすることが最良です。

施肥の考え方

アルファルファ単播草地はリン酸とカリの施肥だけで大丈夫です。しかし、混播の場合はイネ科牧草に対する窒素肥料が必要になってきますので、イネ科牧草の割合に応じて窒素肥料を増やしていきます。

施肥基準

北海道施肥基準では、アルファルファとイネ科牧草の混播草地をアルファルファ割合により3つに区分し、それぞれの施肥量を定めています。地域、イネ科草種、土壌によっても若干施肥量は異なるので、表 - 5を参考にして施肥設計を行ってください。

なお、アルファルファ率は1番草の生草収量での割合を想定したものです。アルファルファ率(重量比)は見た目よりやや少なくなるので、その割合を自分の目に覚えさせておく事が必要となってきます(写真 - 3)。日ごろから草地をよく見回り、効率のよい肥料散布を心がけます。



アルファルファ率20%

アルファルファ率55%

アルファルファ率80%

写真 - 3 アルファルファ率の異なる混播草地

表 - 5 アルファルファとチモシー混播草地の北海道施肥基準 (kg/10 a)

地 帯	アルファルファ率 区 分	火山性土壌			その他の土壌		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
道南 道央	1	0	10	22	0	8	20
	2	8 (4)	10	22	8 (4)	8	20
	3	10 (8)	10	22	10 (8)	8	20
道 北	1	0	8	15	0	8	15
	2	6 (0)	8	15	6 (0)	8	15
	3	10 (6)	8	15	10 (6)	8	15
道 東	1	0	10	22	0	8~10	18
	2	6 (4)	10	22	6 (4)	8~11	18
	3	8 (8)	10	22	8 (8)	8~12	18

注1) アルファルファ率区分は、1:7%以上、2:40~70%、3:20~40%

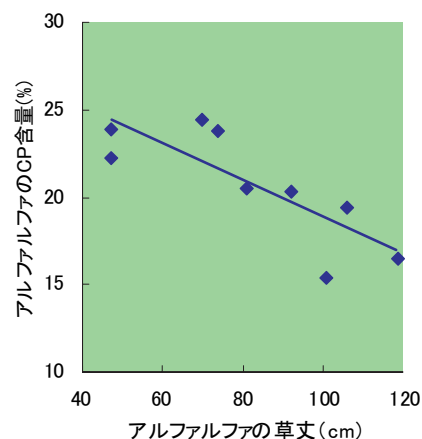
2) () 内はオーチャードグラスとの混播草地、N、Pは同じ

Q9.単播草地で高飼料価値を維持するには？

アルファルファの魅力は、高飼料価にあります。飼料価値の高いアルファルファを収穫するためには、雑草の侵入を抑制することと、適期に収穫することが大切です。

高栄養収穫の目安

高栄養なアルファルファとして、粗蛋白質（CP）20%以上のものを目指すとします。アルファルファのCPは、草丈の伸長とともに低くなります（図 - 8）。草丈が80cm以上になるとCP20%以上のものを収穫するのは難しくなります。そこで、単播草地で飼料価値の高いアルファルファを収穫するためには、アルファルファの草丈が80cm位を目安に刈取ります。この場合、1番草を着蕾期に刈取り、以後40～45日間隔で危険帯（9月下旬～10月上旬）前までに3回刈取りします。積雪の多い地帯や秋の生育がいい場合は4回刈りとします。この刈取りスケジュールで収穫した場合、年間800kg/10a以上の乾物収量を2年目から3年間は安定して得ることができます。（表 - 6）



図Ⅱ-8 アルファルファの草丈とCP含量
(北農研、2003)

表 - 6 アルファルファ単播草地における年間収量の推移
(北農研、2002)

造成後年数	札幌		十勝	
	全乾物収量 (kg/10a)	雑草率 (%)	全乾物収量 (kg/10a)	雑草率 (%)
初年目	638	3	541	26
2年目	864	2	953	5
3年目	1071	2	921	2
4年目	935	4	1025	6

注． 札幌ではマキワカバ、十勝ではヒサワカバを供試

早刈り単播草地における草地管理

雑草の侵入を防ぐには、造成年のアルファルファの株密度を確保することがポイントです。造成年秋の株密度が1平方メートル当たり約300～350株程度であれば早刈りを続けても雑草の侵入も少なく、高密度のアルファルファ草地を維持できます。造成年にアルファルファの株密度が低くなってしまった場合は2年目以降ギシギシ類などの雑草侵入が早まります。その場合は、アシュラム剤（アーザラン液剤）やチフェンスルフロンメチル剤（ハーモニー75DF水和剤）で防除し、収量・品質の維持を図ります（Q-11）。

留意点：高品質化を志向して刈取り回数が多くなると冬枯れの危険性が高くなり、維持年数が短くなる可能性があるため、冬期間の寒さを考慮して刈取り回数を決めます。

Q10. 持続性を重視した単播草地の刈取り管理は？

単播草地でアルファルファの持続性を維持するには、造成後年数に応じた刈取り管理と秋の刈取り危険帯（9月下旬～10月上旬）での収穫を避けることがポイントとなります（図 - 9）。

造成後年数に応じた刈取り管理

造成後のアルファルファの株数は経年化とともに低下し、根部重量は増加します。特に造成1、2年目の株数低下は著しく、スタンドを確立するために重要な時期です。1年目は2年目以降の生産力を確保するために株数を確保し、2年目は持続性を確保するためにアルファルファの株をより充実させる時期に当てます。

株の充実を図るには、刈取り間隔を十分に長くとること（60～70日）が大切です。1、2年目の刈取り管理がうまくいくと、3年目以降は株が充実し、持続性と飼料価値の双方を目指した3回刈りが可能となります（表 - 7）。

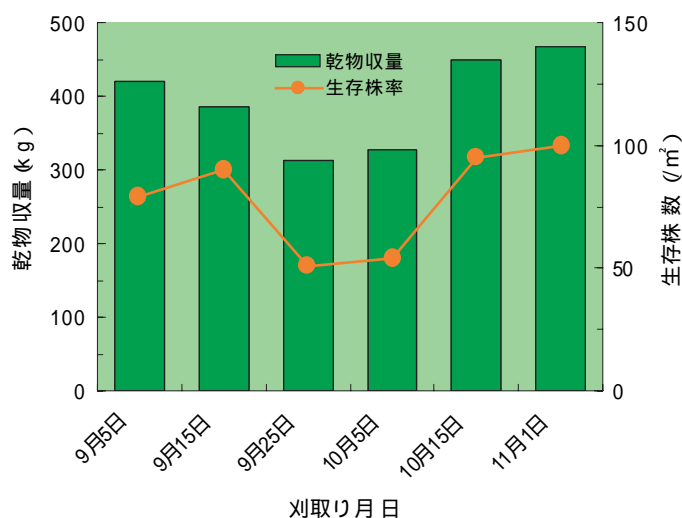


図 - 9 最終刈取り時期が翌春1番草に及ぼす影響 (天北農試、1981)

表 - 7 春播き草地における造成後年数に応じた刈取り管理

利用年次	刈取回数	刈取間隔(生育日数)
1年目	1~2	約70日間
2年目	2	約60日間
3年目	2~3	1,2番草は40日間隔、3番草は50日以上

注：刈取り危険帯（9月下旬から10月上旬）の利用は避ける

最終刈取り

危険帯前後の最終刈取りの判断は慎重に行います。基本的には、刈取り回数が多い場合や経年化した株は越冬時に障害を受ける可能性が高くなります。

土壤凍結地帯での最終刈取りは9月中旬までとし、刈り高さを15cm以上としたり、細長く刈取らない部分を残すなど、雪を捕捉して株を寒害から守ります。一方、積雪が多く雪腐病が懸念される地域では、危険帯以降の最終番草の収穫は収量の増加とともに、雪腐病の予防に結びつきます。

Q11.除草剤の使い方は？

除草剤は使用方法を誤ると、薬害が発生します。散布時期や散布量は使用基準にしたがって、最も効果の期待できる時期に必要な最小限使用します。

耕起前の雑草対策

ギシギシやシバムギの多い地下茎型雑草優占草地を更新する場合は、耕起のみで前植生を抑圧することが困難です。このような草地では耕起前にグリホサート系除草剤で処理を行うことが必須となります。散布薬量は使用薬剤により異なるので、使用上の注意をよく読んでから使用しましょう。

ギシギシ類対策

除草剤で耕起前処理や播種前処理をおこなっても、実生によるギシギシ類を完全に除くことはできません。ギシギシ類の発生が多い場合、春造成でアルファルファの株が充実してきた場合は、播種当年の秋に除草剤処理も可能です。ギシギシ類の株が小さい2年目の春までに対策をとることが、植生維持のポイントとなります。ギシギシ類に効果のある薬剤としてチフェンスルフロンメチル剤（ハーモニー 75DF 水和剤）とアジラン液剤（アジラン液剤）がありますが、アルファルファに対しても弱い薬害があり、濃度と散布時期に注意が必要です。薬量が多くかつ高温期ほど生育は停滞します（表 - 8）。

表Ⅱ-8 アルファルファ用の除草剤使用基準

草地の種類	処理時期	アジラン液剤*	ハーモニー75DF水和剤**
		(ml/10a)	(g/10a)
春播種草地	秋処理 3~4葉期	200~300	
経年草地	春処理 栄養成長期	200~300	
経年草地	夏処理		2~3
経年草地	秋処理	300~400	2~3

* 採草直後の散布は避ける

** アルファルファ経年草地およびイネ播種草地に限る

留意点：ハーモニー 75DF 水和剤は、アカクローバに対して強い薬害があるので、混在する草地では使用を避ける他、てんさいに特異的に殺草効果があるので、畑作地帯ではドリフトやタンク内の残留に注意します。

Q12.アルファルファに多い病害は？

アルファルファの主な病害

乾燥地が原産のアルファルファは、日本のように多湿な条件で育てると様々な病気にかかりやすくなります。すべての病害について言えることですが、被害を小さくするには、品種の選択に注意することと、アルファルファを健全に育て、病気に対する抵抗力を高めることが大切です。また、刈り遅れは多くの病気で被害を大きくするので特に注意する必要があります。

表Ⅱ-9 アルファルファの主な病害とその特徴

病名	病徴	被害	多発生時期	被害軽減法
アルファルファ・パーティシウム萎ちょう病	葉の黄化、茎の萎ちょう 根維管束の褐変	減収、再生不良 株枯死	1番草期	抵抗性品種の使用
アルファルファいぼ斑点病	葉に黒色いぼ斑点のち 落葉	減収、株衰退 飼料品質低下	冷涼・多湿時	適期刈取り
アルファルファそばかす病	葉に黒褐色斑点 ～黄化・落葉	減収、株衰退 飼料品質低下	冷涼・多湿時 (特に春、秋)	適期刈取り
アルファルファモザイク病	葉に黄色モザイク状の 病斑、矮化	減収、株衰退	春・秋に病害顕著	圃場間の刈取り 順序に注意
アルファルファ葉腐病	茎葉が水浸状に腐敗 表面に菌糸	減収、株衰退	高温・多湿時	適期刈取り 倒伏の防止

注 この他の病気は資料編参照



アルファルファいぼ斑点病



アルファルファそばかす病



アルファルファモザイク病



アルファルファ葉腐病

写真 - 4 アルファルファの病害

Q13 アルファルファの冬枯れの原因は？

寒さ、凍結による冬枯れ

積雪深が 30 ~ 40cm より浅く土壤凍結深が 40cm 程度より深くなると、低温による株の凍害や土壤凍結による被害が大きくなります。被害には、株の凍結による枯死、土壤の凍上による断根や抜根（写真 - 5）、アイスシート（地表面の氷盤）による窒息などがあります。凍害軽減対策には、ヒサワカバ等の耐寒性の強い品種の使用、刈取り危険帯（9月下旬～10月上旬）での刈取りの回避、夏造成では遅播きにならないよう注意、秋期のカリ肥料の施用、等が有効です。排水不良は凍害を大きくさせるので、排水対策が重要です。



写真 - 5 凍上による被害

積雪下で発生する病害による冬枯れ

積雪が深く、土壤凍結が浅い場合でも越冬中にアルファルファが枯れ、融雪後枯れた茎葉が白茶色の布海苔状になることがあります。これは積雪下で発生する「雪腐病」が原因です。アルファルファの雪腐病には下記のように病原菌の異なる2種類があり、どちらも積雪が多く積雪期間が長いほど多く発生します。適期刈りで越冬前の残草を少なくすること、排水の良いところに栽培すること、収量減少程度の小さい積雪地帯向け品種（マキワカバ等）を使用することにより、被害程度を少なくすることができます。

アルファルファ菌核病

株全体を枯死させます（写真 - 6）。雪解け後、葉や茎が枯れた部分や地中浅いところに直径 5mm 程度の黒い粒が多数見つかります。株を枯死させるため、密度が低下します。



写真 - 6 アルファルファ菌核病

アルファルファ黒色小粒菌核病

地際～地表部が腐敗し、径 1mm 程度の小さな黒褐色の粒が付着します。株の枯死は少ないですが春の萌芽の遅れ（写真 - 7）や茎数の減少により減収します（図 - 10）。造成後2度目の越冬時から発生することが多く、経年化に伴い被害が大きくなります。



写真 - 7 黒色小粒菌核病による生育遅延

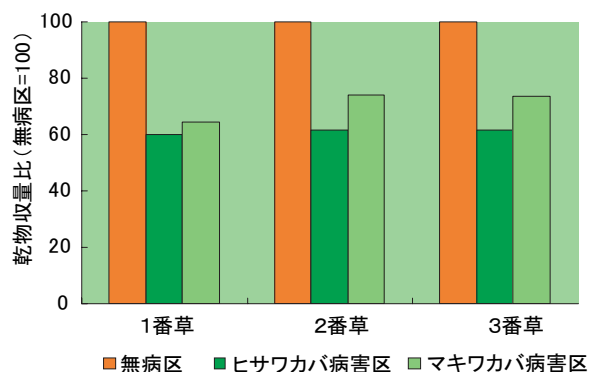


図 II - 10 アルファルファ黒色小粒菌核病による乾物収量の減少（北農研、2002）

Q14. アルファルファは車輪踏圧に弱い？

アルファルファはトラクタ等の車輪で踏みつけられる（踏圧）と、株の根本の部分（クラウン）がつぶれたり傷が付き、生育が阻害され収量低下につながります。この他、傷ついた部分からの病原菌の侵入により枯れることもあります。これらの結果、次第に株数が減少し、裸地化した所に雑草が侵入して草地が荒廃してきます。

車輪踏圧の影響

造成後、初回刈取り後の再生を見てみると、車輪踏圧の程度が大きいほど再生力が低下します（図 - 11）。造成年の小さい個体では、車輪で踏みつけられると、クラウンの2～5cm下の部分で根がねじ曲げられて傷が付き、生育が悪くなります。

また、刈取り後の日数が経過するほど再生芽の踏圧損傷が大きく、収量が低下しますので、追肥作業等は、収穫後速やかに行います（表 - 10）。さらに、1番草の刈取り時期が遅くなるほど、踏圧による2番草以降の収量低下が大きくなります。刈遅れは品質低下のみならず、収量の減少にもつながります。

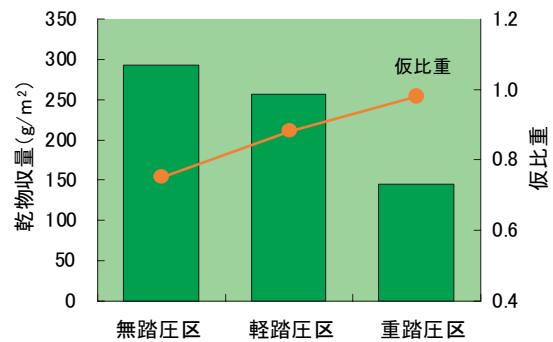


図 II - 11 車輪踏圧部の収量－褐色火山性土－

表 II - 10 1番草刈取り時期別の踏圧処理と2番草乾物収量 (kg/10a)
(道立畜試 2003)

処 理	1番草の刈取り時期		
	着蕾期	開花期	開花揃期
刈取り翌日から4日間踏圧	232(101)	181(57)	125(60)
刈取り後6日目から4日間踏圧	103(45)	128(41)	38(18)
無 踏 圧	229(100)	316(100)	208(100)

注1) 試験車両(接地圧:5Mpa)で1日1回往復

2) ()内は無踏圧に対する割合、%

踏圧軽減対策

まず、開花期以前の刈取りと、刈取り後の速やかな作業が大事です。次に、効率的な作業で大型機械の圃場への乗り入れ回数を減らしたり、圃場内での旋回を行わないなどの注意が必要です。さらに、重量の大きい作業機の車輪をダブルタイヤにすることも有効です。

Q15.裸地が増えたらどうしますか？

アルファルファ草地は、経年化して生産性が低下したり雑草の侵入が増大した場合は、全面耕起して草地を更新します。しかし、冬枯れや湿害等により急激に株数が減少した単播草地や、冬枯れや干ばつによりイネ科牧草が衰退した混播草地では、イネ科牧草の追播による簡易更新により、乾物収量の減収程度を低め、草地の利用年限の延長を図ります。

草地更新の目安

<単播草地> 高蛋白の粗飼料生産が目的となりますので、雑草の侵入による品質低下が問題となります。雑草割合はアルファルファの株密度が経年的に低下するにつれて増加しますが、1 m² 当たり約 40 株以下になると雑草や裸地が目立ち始めます（写真 - 8）。雑草の侵入程度は雑草の埋土種子量によって変わりますが、株密度が1 m² 当たり約 40 株以下になったら、そろそろ更新を考え始めた方が良いでしょう。



約40本/ m²

約20本/ m²

約10本/ m²

写真 - 8 株密度が低下したアルファルファ単播草地（1番草刈取り10日後撮影）

<混播草地> 従来の更新の目安とされている「1番草刈取時において、草地を上から見た時の雑草の占める面積割合（%）と裸地率（%）の合計が 30 %以上の場合」を目安とするのがよいでしょう。

簡易更新の方法

アルファルファは、被圧されやすく追播草種には適さないので、簡易更新の場合はイネ科牧草の追播を基本にします。作業は、2番草収穫後にディスクハローで表層を攪拌した後に播種・鎮圧するか簡易草地更新機（写真 - 9）等で播種します。



写真 - 9 部分耕バンドシードによるアルファルファ主体草地へのチモシー追播（北農研、2001）

3 . アルファルファサイレージの収穫・調製

Q16. 栄養価からみた収穫適期は？

アルファルファ利用の最大のメリットは良質の蛋白質源であることと、繊維成分の中性デタージェント繊維（NDF）含量が少なく、消化管通過速度が速いために、乳牛の乾物摂取量が増えることにあります。そこで、アルファルファの収穫適期を決めるためには、生育によるアルファルファの栄養価の変動を知ることがまず必要です。

生育ステージによる栄養価の変動

アルファルファは生育ステージが進み、収穫期が近づくと1日当たり NDF 含量は約 0.7%増加し、反対に粗蛋白質（CP）含量は 0.3 ~ 0.5%減少します（図 - 12）。また、1番草は、高温期の2番草や3番草より NDF 含量が 5 ~ 10 % 低く、品質が優れています。

収穫適期

アルファルファは、草丈が高いほど乾物収量は増加しますが、開花期を過ぎると栄養価の低下が著しくなり、高泌乳牛用粗飼料としては適さなくなります。米国の基準では、泌乳牛用のアルファルファの理想的な品質として、CP 20 %、NDF 40 %が推奨されていますが、その場合、刈取りステージは着蕾期～開花始め、1、2番草の草丈としては乳生産量を勘案すると70 ~ 80cm 前後の約10日間で収穫適期となります。

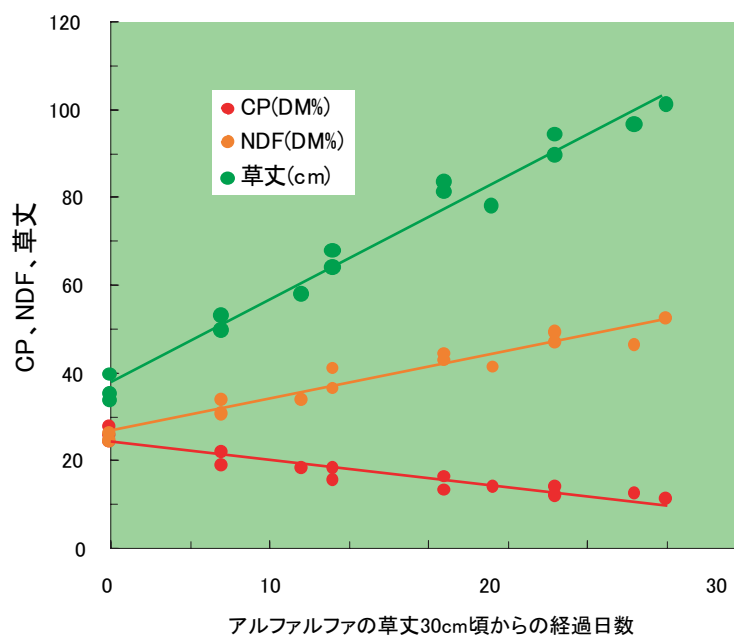


図 II - 12 アルファルファの草丈と栄養価の推移 (北農試、1999)
—ヒサワカバ、1番草—

留意点：アルファルファの草丈は、気象条件、土壌条件、施肥量などで変わると考えられますが、草丈が伸び過ぎると栄養価が低下するだけでなく、倒伏による下葉のムレや、落葉による品質や嗜好性の低下、刈り残しによる収穫損失の増大、さらに再生芽の損傷による収量低下につながります。

Q17.ロールベール収穫作業における留意点は？

アルファルファの高品質なラップサイレージを調製するためには、各作業工程での細心の注意が必要です。

刈取り

牧草の刈取り作業は、乾燥を早めて呼吸損失を少なくするため、朝露の有無をみて朝から開始します。アルファルファは高温期に降雨に遭うと腐敗し易いので、晴天が2～3日期待できる日を待ち、ローラ型モーアコンディショナを使用して、個別経営では2～3ha程度を目安に刈取ります。

転草・集草

テッダによる拡散は、表層の葉部が乾燥してパリパリしてきたら回転速度を低めにしながら、草量に応じて適宜行います。刈取り直後の水分が高い時は転草間隔を短くして乾燥を促進しますが、収量が少ない場合は、乾き過ぎに注意します。

梱包

予乾草を一掴み手で強く捻って、手が湿る程度の水分状態（約60%）になったら速やかにロールベラで梱包します。アルファルファのサイレージ調製では、良質発酵の見込める水分60%で高密度に梱包することが、栄養価の高い葉部の粉碎損失が少なく、資材費の低減にもつながります。また、いびつなベールは被覆不良による品質低下やカビの発生、荷崩れの原因となりますので、円柱状に形よく梱包します。

密封

梱包後の密封作業は迅速に行います。密封が遅くなるほどベール中心部の温度が高くなり、蛋白質が熱変成します。蛋白質含量の高いアルファルファサイレージを調製するためには、梱包後数時間以内に密封します。

ベールラップによる密封作業では、ストレッチフィルムとベールの中心高さを合わせ、50%のフィルム重複率を確認しながら適正な速度で巻き付けることが気密性を保つために重要です。

貯蔵

ストレッチフィルムは破れやすいというえ通気性も多少あるので、刈遅れ気味のアルファルファの収穫や運搬ハンドリング、長期貯蔵が想定される場合は3回巻き（6層）にします。



写真 - 10 運搬と密封ができるラッピングワゴン
(北農研、2001)

Q18.低水分ラップサイレージの発酵品質は？

ロールペールサイレージでは、水分 50 ~ 60 % が推奨されていますが、さらに低い水分域であっても、ピンホールの発生や鳥獣害などによるラップフィルム破損が回避できれば、安定的な調製貯蔵が可能です。

低水分ロールペールサイレージの特徴

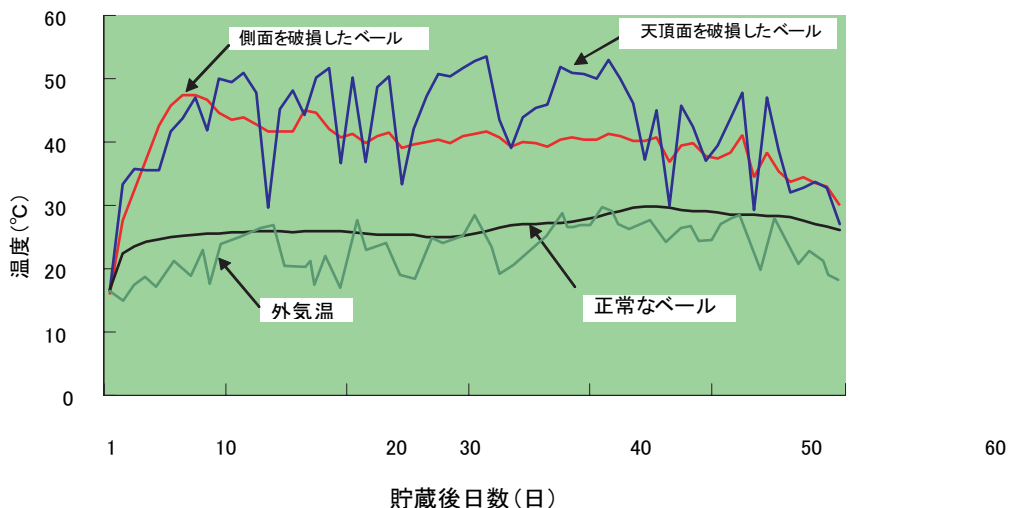
低水分ロールペールサイレージは、通常の中・高水分サイレージに比較して発酵が微弱になるため、乳酸の生成量は少ないのですが、品質劣化の原因となる酪酸菌の増殖も抑制されます。その結果、pH は高くなりますが、不良発酵の指標とされるアンモニア態窒素や酪酸含量の少ない良質サイレージが調製できます表（ - 11 ）。

表Ⅱ-11 アルファルファ低水分ラップサイレージの発酵品質
(北農研、2001)

項目	水分(%)		
	50	40	30
pH	4.3	5.4	5.5
VBN/TN(%)	8.6	3.8	2.6
乳酸(%)	2.60	0.23	0.15
酪酸(%)	0.01	0.00	0.01
V-スコア(点)	84	98	97

注. VBN/TNは全窒素中の揮発性塩基態窒素、V-スコアは100点満点

留意点：低水分域のサイレージでは一旦酸素が侵入すると、カビや酵母が急激に増殖して温度が上昇し(図 - 13)、品質が劣化します。貯蔵中のフィルム破損箇所は速やかに修理し、開封後は早めに給与することが肝要です。なお、破損した場合は、表面のフィルムを一枚めくってから補修テープを貼ります。



図Ⅱ-13 フィルムを破損したロールペールの貯蔵中の温度変化

Q19.高水分サイレージの添加剤は？

細切サイレージでは高水分条件での調製が中心になります。アルファルファは、水溶性糖類が少ないので、単播草地において良質なサイレージを調製するには、添加剤の利用が効果的です。一方、比較的糖類を多く含むチモシーとの混播では、添加剤を用いなくても、チモシー割合が増加すると pH と揮発性塩基態窒素（VBN）が低下し発酵品質が向上します（表 - 12）。しかし、アルファルファ割合の低下にともない嗜好性は低下するので、発酵品質と嗜好性の面から考えるとアルファルファ割合は 50% が適当です。

表 - 12 蟻酸添加が発酵品質および栄養価に及ぼす影響 (国立畜試, 2003)

	アルファルファ率 (%)	水分 (%)	pH	VBN/TN (%)	CP (DM%)	乾物消化率 (%)	CPs (%)
単播	100	78	4.0	3.1	17.3	62.5	50
	100 (無添加)	80	4.8	14.4	17.8	62.9	67
混播 (TY)	50 (50)	77	4.3	11.4	14.7	58.8	64
	25 (75)	77	4.1	9.7	12.9	56.8	61
	0 (100)	76	4.2	7.7	7.9	54.0	57

注1) VBN/TN: 全窒素中の揮発性塩基態窒素、CPs: CP中の溶解性粗蛋白質

2) TY: チモシー (1番草, 出穂揃)

添加剤の種類

蟻酸または蟻酸アンモニウム製剤

酸を添加することにより強制的に pH を低下させる方法です。発酵自体が抑えられるため、アンモニア態窒素や溶解性蛋白質 (CPs) の割合も低くなります (表 - 12)。原料草の栄養価がほぼそのまま生かされるため最も貯蔵中のロスが少なく、嗜好性にも優れた添加剤といえます。ただし、酸ですので、添加するときに作業機を腐食しやすいことと人間に対しても刺激が強いことが欠点です。

蟻酸アンモニウム製剤は蟻酸より酸の濃度が低いのでやや扱いやすいのが特徴ですが、その分添加量を増やす必要があります。

酵素 + 乳酸菌製剤

まず繊維分解酵素で繊維から糖を生成し、その糖を使って乳酸菌が発酵を促進させるというもので、アルファルファには効果があります。アンモニアの生成は抑えられますが、欠点としては、一部の繊維を分解するので、水溶性部分の割合が高まり、排汁量が増加する可能性が高くなります。

乳酸菌製剤

基本的にアルファルファには向きません。なぜなら、乳酸菌が活動するための水溶性糖類が不足しているため、添加された菌が十分に機能を発揮できないのです。

留意点: どのような添加剤を用いても基本技術 (密圧、空気の遮断) の重要性は変わりません。いくら良い添加剤を使っても、これが出来ていないと家畜に給与できるものにはなりません。また、高水分条件では原料草の 10% 以上の排汁が出ます。環境汚染を防ぐため、排汁をトラップして適正な処理をすることが必要です。

Q20. フォレンジマットメーカーとは？

開発のねらい

アルファルファの収穫作業のうち、テッダの全面転草による圃場予乾作業では、栄養価の高い葉が落ちたり、土が付着して飼料価値が下がります。フォレンジマットメーカーとは、刈取った後、刈倒し列を圧砕処理してマット状にし、転草せずに圃場での予乾を促進する作業機です。回数の多い転草作業を省略することで、脱葉やトラクタ車輪での踏みつけ等による収穫ロスや土砂の混入が減少するとともに、車輪踏圧による再生障害を軽減できます。

構造と特徴

北海道農研で開発したマットメーカーは（図 - 14）、駆動するボトムローラとそのローラの回転方向に対して 10 度の偏角を有する前後 1 対のプレスローラで牧草を圧縮します。牧草は、この間を通る過程でひねり潰され（摩砕）、幅 1.2 ～ 1.4m、厚さ 5 ～ 10cm のマット状に成形されます。

マットメーカーは着蓄期の高品質なアルファルファの収穫に適しており、作業速度 6 ～ 8km/h で、1 時間当たり 1 ～ 1.5ha の面積を処理することができます。

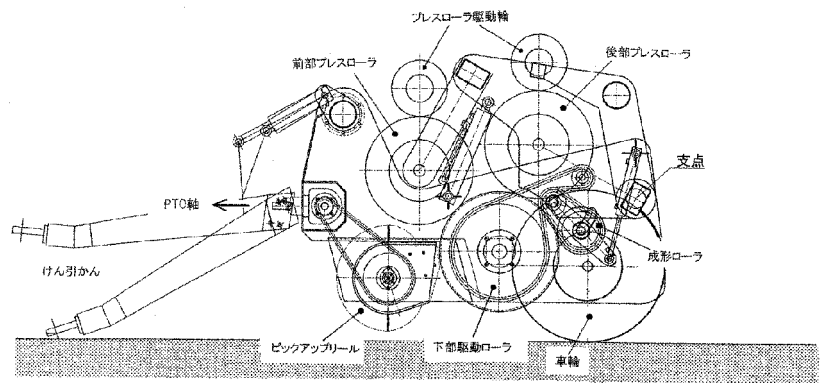


図 - 14 フォレンジマットメーカーの概略図（北農研、2002）

乾燥促進効果

マットメーカーで処理したアルファルファの晴天時の乾燥促進効果は、テッダで 1 ～ 2 回全面転草した場合と同程度です。晴天時の刈取り直後に摩砕し、集草を兼ねて反転することで、1 ～ 3 番草を 1 ～ 2 日間で水分を 50 ～ 60% まで予乾することができます。



写真 - 11 フォレンジマットメーカーによる摩砕作業

4 . アルファルファサイレージの特性を生かす給与法

Q21.アルファルファサイレージの消化特性は？

繊維含量

アルファルファサイレージは、TDN 含量が同程度のイネ科牧草サイレージに比べ、繊維含量が低い、粗蛋白質含量が高く、溶けやすい、リグニン含量が高く繊維の消化性が低い特徴があります (図 - 15)。

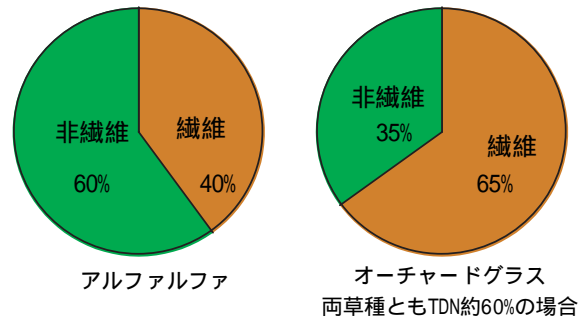


図 - 15 アルファルファとイネ科牧草の繊維含量の比較

消化特性

アルファルファの繊維は微細化され(こなれ)やすいため、消化速度も早くなります。反芻胃から不消化物(固形物)が流出する条件がイネ科牧草サイレージよりも早く整い、反芻胃通過が速いのでアルファルファサイレージはイネ科牧草サイレージよりも採食量が多くなります(図 - 16、図 - 17)。

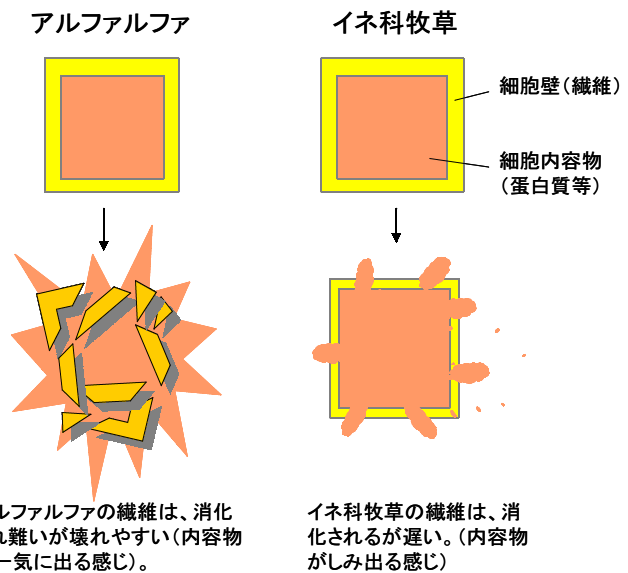


図 II - 16 アルファルファとイネ科牧草の繊維の特徴

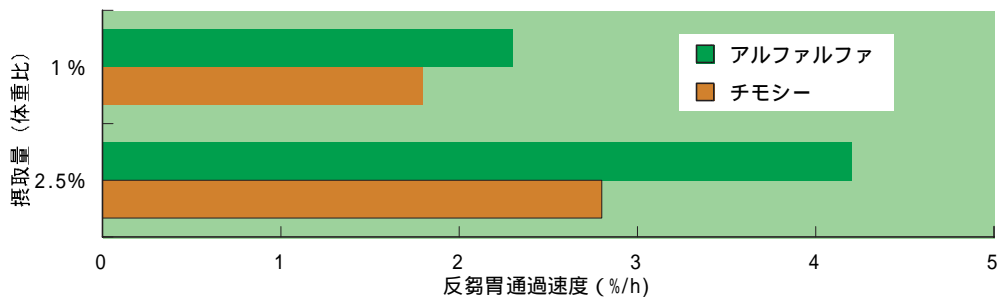


図 - 17 アルファルファとイネ科牧草の反芻胃通過速度の違い (東北農研,2000)

Q22. 泌乳前期の給与効果は？

アルファルファの長所は蛋白質やミネラルの含量が多いだけでなく、採食量が多いという点です。このため、栄養要求量が高い泌乳前期の粗飼料として最適です。アルファルファサイレージの利用により、泌乳前期の乾物摂取量が高まれば、乳量増加と生産病の予防効果が期待できます。

アルファルファサイレージの効果

泌乳前期に、粗飼料と濃厚飼料の乾物比を 1 : 1 としてアルファルファサイレージを給与すると、イネ科牧草（グラス）サイレージを給与した場合に比べ、泌乳牛の乾物摂取量が高くなり、これによる養分摂取量の向上によって乳量が 10 ~ 20 % 増加します（図 - 18）。

乾物摂取量

通常、粗飼料割合が多くなると乾物摂取量が少なくなります。しかし、泌乳最盛期の牛にイネ科牧草（NDF 含量 65%）とアルファルファ（NDF 含量 45%）のサイレージを同じ割合で給与した場合、アルファルファサイレージを給与した方が 3kg 前後高い採食量を示します（図 - 19）。また、アルファルファの給与割合を 45 % から 75 % まで増やして濃厚飼料を半減させた場合でも、乾物摂取量や 4%FCM 乳量の減少量は約 1 割に止まります。

なお、泌乳前期の高能力牛に対する給与方法は、ルーメン内の恒常性を維持するため、混合飼料(TMR)給与が基本となります。分離給与する場合は、濃厚飼料をまとめ食いしないように給与方法を工夫する必要があります。

留意点：アルファルファの繊維成分は通常 35 ~ 50 % であり、イネ科牧草の 60 % 以上と比べて低い値を示します。つまり、そしゃく等を促し、唾液分泌の促進や消化管運動を刺激する粗飼料の物理的効果はイネ科牧草に比べて小さくなるので、アルファルファを用いる場合、繊維成分の総量に配慮し、イネ科牧草よりも多く給与しなければなりません。

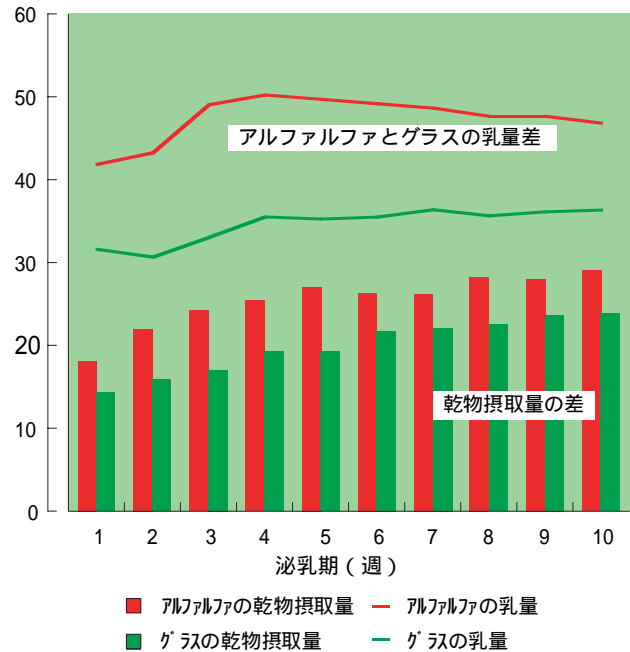


図 - 18 分娩後の乾物摂取量および乳量の推移
- 粗飼料と濃厚飼料の乾物比 1 : 1 -
(北農研 2001)

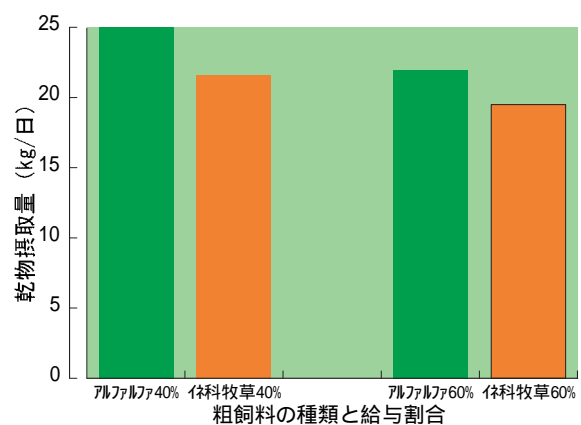


図 - 19 粗飼料の種類と摂取量

Q23.相性のよい粗飼料の組み合わせは？

アルファルファサイレージは、比較的エネルギー含量が低いことから、エネルギー含量の高いトウモロコシサイレージとの組み合わせが、アルファルファの蛋白質の利用性向上や飼料自給率向上の点から適しています。

トウモロコシサイレージとの混合割合

アルファルファサイレージの割合を増やすと TDN 含量が低下しますが、乾物摂取量が

表Ⅱ-13 摂取量及び十二指腸への蛋白質移行量
(道立畜試 2003)

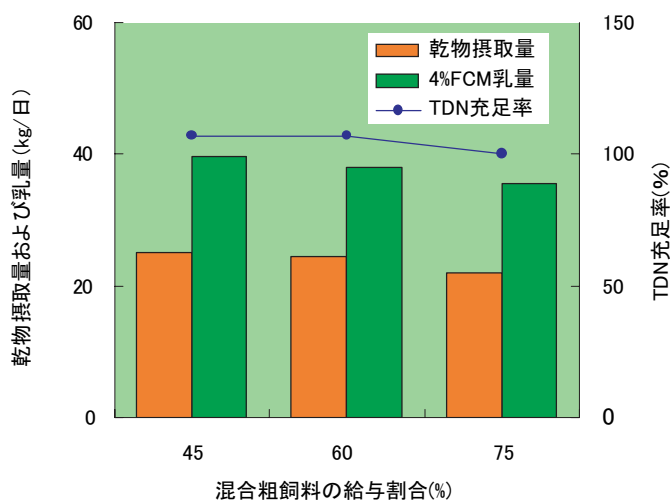
混合割合 AS:CS	摂取量(kg/日)		十二指腸移行量*(g/日)		
	DM	TDN	菌体由来	飼料由来	合計
3:7	12.2	7.9	978	790	1768
5:5	13.4	8.3	988	928	1916
7:3	13.4	7.9	859	1188	2047

*:蛋白質の十二指腸移行量
AS:アルファルファサイレージ、CS:トウモロコシサイレージ
DM:乾物、TDN:可消化養分総量

増加するので、TDN 摂取量は変わりません(表 - 13)。また、アルファルファは、ルーメン内通過速度が速いという特性から、アルファルファサイレージの割合が増加するに従って飼料由来の蛋白質が増加しますが、エネルギー量が不足するため、菌体由来の蛋白質は、減少します(表 - 13)。このため、併給飼料を考慮すれば、菌体蛋白質が増加し、蛋白質飼料としてアルファルファの有効性がさらに高まります。

粗飼料割合の影響

アルファルファサイレージとトウモロコシサイレージを 1:1 で混合した飼料では、この飼料の給与割合を 45% から 75% まで増やしても乾物摂取量と乳量の低下は少なく、10% 程度に止まります(図 - 20)。また、75% 給与でも TDN の充足率は 100% で、エネルギーはほぼ充足されます。このため、アルファルファとトウモロコシの組み合わせは、粗飼料割合を高めても養分要求量を満たす飼料設計が容易にできるといえます。

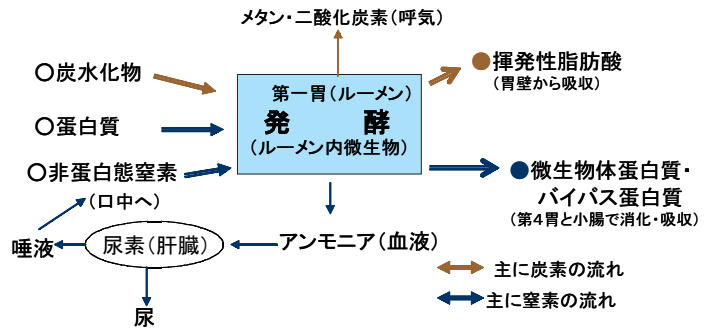


図Ⅱ-20 アルファルファサイレージとトウモロコシサイレージの混合飼料の給与割合とTDN充足率 (北農研 2002)

なお、給与牛のルーメン発酵の安定性を考慮して給与飼料全体の NDF 含量を 28% 以上に保つためには、アルファルファとトウモロコシを混合した TMR 給与では粗飼料の給与割合を 60% 以上にすることが望まれます。

Q24. どんな併給飼料が効果的ですか？

アルファルファは、ルーメン内細菌が分解しやすい蛋白質を多く含んでいる反面、低エネルギー飼料なので、ルーメン内微生物の増殖が制限され、微生物体蛋白質に再合成されなかった蛋白質は、最終的に尿素として尿中に排泄され、無駄になります(図 - 21)。そこでアルファ



図Ⅱ-21 反芻動物の栄養はルーメンの発酵機能で成り立つ

アルファの蛋白質を有効に活用するためには、エネルギー含量の高い飼料、アルファルファの蛋白質の分解に同調するようなルーメン内発酵が速い飼料、などを併給してルーメン内微生物が最大限増殖できるようなルーメン環境に整えます。それでも蛋白質摂取量が不足する場合は、バイパス蛋白質含量の高い飼料の併給で対応します。

実際の併給飼料

<エネルギー飼料>

デンプンに富んだ穀類で、小麦のデンプン含量が最も高く、以下トウモロコシ、大麦やえん麦の順となります。

<ルーメン内発酵が速い飼料>

えん麦、小麦、大麦、トウモロコシの順ですが、形状では全粒より圧扁の方が速くなります。また、同じ穀類でも加工処理の違いで、デンプンがゼラチン化した割合を示す「化度」が異なり(表 - 14)、この値が高いほど発酵速度が速くなります。分解が速い蛋白質を多く含むアルファルファに圧扁大麦や高化圧扁トウモロコシを併給すると血中尿素態窒素が低下し、窒素が利用されていることが分かります(図 - 22)。

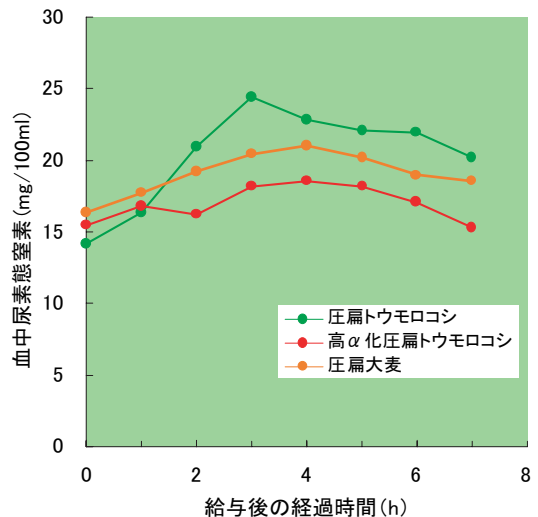
ただし、発酵の速い飼料の多給はアシドーシスにつながる恐れがあり、実際にはその量を制限する必要があります。また、徐々に分解される蛋白質もあるので、これらには、通常の圧扁トウモロコシの給与が効果的です。そこで、両者を併用するのが実際的と言えます。

<バイパス蛋白質を多く含む飼料>

バイパス率が高く、アルファルファに少ないメチオニンを補足する飼料として、穀類のコーングルテンミールやポテトプロテイン等があげられます。蛋白質含量が高いので、給与量は多くても0.5kg程度です。

表Ⅱ-14 トウモロコシの圧扁程度とデンプンのα化度

圧扁程度	極薄	薄目	厚目
デンプンのα化度(%)	85.8	64.6	36.6



図Ⅱ-22 血中尿素態窒素濃度の推移(道立畜試、2003)

Q25.分娩前給与の留意点は？

アルファルファは、分娩前に多給すると骨からのカルシウムの動員が低下し、分娩後に乳熱等の代謝障害を起こす危険性があります。

アルファルファ給与と乳熱の関係

アルファルファはイネ科牧草に比べると、粗蛋白質（CP）、カリウム（K）、カルシウム（Ca）の含量が高く、飼料のミネラル量から算出される陽イオンと陰イオンの差（DCAD）が高いために（表 - 15）、分娩前（3週間）の牛に給与した場合、血液中のCa濃度が低下して乳熱を起こしやすくなります。カルシウム製剤の注射により比較的容易に治癒しますが、その後、胎盤停滞・第四胃変位・脂肪肝等を起こしやすいので、予防が重要です。

表 - 15 サイレージの粗蛋白質、無機物の含量とDCAD値 (道立畜試, 2003)

	粗蛋白質 (DM%)	Na (DM%)	K (DM%)	Cl (DM%)	S (DM%)	Ca (DM%)	DCAD
アルファルファ	15.7	0.06	2.64	0.81	0.22	0.83	336
チモシー	13.4	0.03	2.34	1.43	0.20	0.36	84
トウモロコシ	8.6	0.02	1.66	0.64	0.25	0.17	97

注. DCAD = {[Na]+ [K]} - {[Cl]+ [S]}(mEq/乾物kg)

乳熱の予防法

乳熱予防のためには、従来からCa含量の少ない飼料の給与が推奨されていますが、最近ではK含量の少ない飼料またはDCADの低い飼料の給与が有効であると言われています。

分娩前の牛にアルファルファを給与する場合、給与量を少なめにするか、塩素(Cl)やイオウ(S)を多く含む陰イオン塩を添加して、DCADを低く抑えなければなりません。

例えば、アルファルファサイレージ主体（乾物で7～8kg）のTMRを分娩前2週間給与すると、DCADは+250を超えて乳熱に罹る乳牛も現れますが、その期間に陰イオン塩を添加するとDCADは+150未満となり乳熱も発生しません（表 - 16）。陰イオン塩の有効性は尿pHの低下で判断できます。

なお、アルファルファの給与量が乾物で2kg程度だと、陰イオン塩を使わなくても安全範囲の+180前後になります。

留意点：分娩前のアルファルファの多給は避けます。飼料の急変を避けるために給与する場合でも、1日当たり乾物で2～3kg以内におきます。分娩後の多給は特に問題はありません。

表 - 16 飼料のDCADと乳熱の発生状況 (道立畜試, 2003)

	DCAD	乳熱発生頭数	
		分娩当日	分娩翌日
陰イオン塩添加区	+139～+144	0/4	0/4
対照区	+264～+284	2/4	2/4

注. 乳熱発生頭数/重度の低Ca血症頭数

5 . アルファルファ導入の経営的效果

Q26. アルファルファを導入するための条件は何ですか？

試算の前提

酪農経営にアルファルファが導入され効果をあげるためには、アルファルファの栽培や給与について一定以上の技術水準や経営条件が満たされていなければなりません。十勝地域の畑地型酪農で標準的と考えられる経営（表 - 17）を対象に、導入のための条件を試算してみました。

表Ⅱ-17 試算の条件(上限)

全体	農地面積(ha)		家族労働 力(人)	経産牛 頭数(頭)	年間個体 乳量(kg)
	(トウモロコシ)	(採草利用)			
40	10	40	2	50	8,845

注. トウモロコシと採草利用は、うち数

アルファルファの導入条件

試算では、畑地型酪農経営にアルファルファが7～10ha程度導入されるためには、アルファルファの利用収量は乾物で828kg/10a以上、生産費用は約19千円/10a以下、粗蛋白質(CP)は乾物で15%以上が必要な技術水準になり、飼料作面積30ha以上が経営条件になります(表 - 18)。ここで、利用収量は圃場ロスや貯蔵ロスを差し引いた収量のことであり、生産費用は種苗や肥料などの資材費の意味で、機械施設の減価償却費及び労働費を含んでいません。なお、個体乳量が高いほどアルファルファの導入が進みます。

なお、アルファルファの品質を規定するCP含有率については高いほど好ましいといえますが、早い生育ステージで刈取ると収量が少なくなるとともに、寒地の土壤凍結地帯ではアルファルファの維持年数が短くなる危険性があるので、営農条件に適合した総合的な判断が求められます。ちなみに、単位面積当たりのCP収量は、乾物収量とともに増加しますが、産乳可能量は草丈が80cm前後(CP約18%)で最大になると推定されます。

表Ⅱ-18 アルファルファの導入条件

農地面積	アルファルファ 利用乾物収量	アルファルファ 生産費用	アルファルファ CP含有率	年間個体 乳量
30ha以上	828kg/10a以上	19千円/10a以下	15%以上	高いほどよい

飼料自給率

現在、北海道酪農の飼料自給率(TDN)は55%程度ですが、家畜ふん尿による環境負荷の軽減とともに更なる自給率の向上が求められています。上記の試算によれば、利用収量900kg/10aおよび農地面積45haのときTDN自給率は約70%(CP自給率は77%)に達し、その場合の所得は1,100万円程度になる見込みです。

Q27.単播栽培の経営的メリットは？

単播アルファルファを導入すると、農業所得の増加が期待できます。その理由は、アルファルファの給与により乳量が増加したり、粗蛋白質（CP）含有率が高いため購入濃厚飼料の給与量を減少（乳飼比を低下）させるからです。アルファルファの導入が経営に与える影響を畑地型酪農の経営モデルで分析してみます。

シミュレーションの前提 Ⅱ-19 シミュレーションの前提(経営条件)

試算では、表 - 19、
20の条件で、粗飼料(乾物)中のアルファルファ

経営面積 上限(ha)	経産牛飼養 頭数上限(頭)	経産牛1頭当たり 年間乳量(kg)	労働力 (人)	収穫作業体系	
				牧草	トウモロコシ
30	50	7,600	2.5	個別(ロール)	委託

率が変化した場合の収益性や飼料自給率を算出しています。また、経産牛1頭当たりの乳量は、アルファルファ導入がゼロの時を7,800kgとしていますが、今までの試験結果から、粗飼料中のアルファルファ率が10%上がるにつれて乳量は約50kgずつ増加すると設定しています。

表Ⅱ-20 シミュレーションの前提(飼料生産条件)

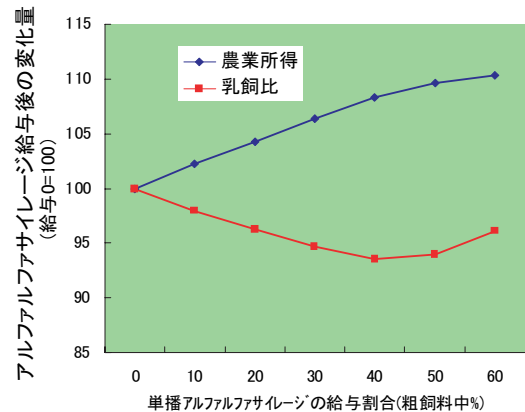
サイレージ	平均利用収量 (kg/10a)	DM (%)	TDN (%)	CP (%)
トウモロコシ	1,400	28.0	65.0	9.5
苜蓿・クローバ混播	721	45.0	56.0	12.0
単播アルファルファ	669	45.0	59.0	19.0

収益性の向上効果

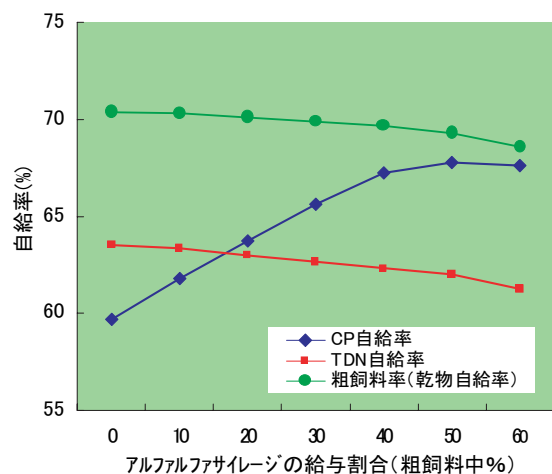
アルファルファの導入を進めるにつれて収益性は増しています(図 - 23)。粗飼料中のアルファルファ率がゼロのときの農業所得を100とすると、50%では105に増加します。また、同じく乳飼比は100から94に低下しています。

一方、粗飼料率(乾物自給率)やTDN自給率はほぼ一定ですが、CP自給率が増加します。また、粗飼料由来の乾物摂取量が増加するので、各種疾病の減少も見込まれます(図 - 24)。

留意点 :ここでの収益性向上効果は、表にあるような前提での試算結果です。経営面積の上限が拡大すれば自給率は上がり収益性も高まります。また、アルファルファの収量が高まれば、自給率・収益性ともに高まり、粗飼料中のアルファルファ率が増すにつれて、その傾向は更に顕著となります。なお、収量水準は現地圃場の条件により異なります。



図Ⅱ-23 アルファルファ導入に伴う収益性・乳飼比の変化



図Ⅱ-24 アルファルファ導入に伴う飼料自給率の変化

Q28.アルファルファ混播草地導入のメリットは？

アルファルファ混播牧草のメリットは、個体乳量の増加または購入飼料の削減などがありますが、いずれも他のマメ科牧草の混播に比べて粗蛋白質(CP)が多く生産されることから生じます。しかし、面積当たりコストでは、アルファルファの種子代が高く、さらに土壤によっては草地更新後を含め酸度矯正を行う必要があり費用が増えます。

アカクローバ混播との比較

アルファルファ混播が既存のアカクローバ混播に替わって経済的に導入されるかどうかを考えるため、アルファルファが蛋白質飼料としての価値が高いことに着目して、CP生産量を比べてみました。アルファルファ混播は、アカクローバ混播に比べコストがかかることから、その差を大豆粕のCP量に置き換え差し引いてCP生産量を求めました。また、アルファルファ混播は、先に述べたように土壤によっては、更新後も酸度矯正が必要な場合があるので、炭カル等による追加の酸度矯正が必要ないタイプ(炭カル不要地)と、草地更新3年目から炭カル 30kg/10a を毎年追加投入するタイプ(炭カル必要地)に分けてみました。それぞれのCP生産量を積算してみると、いずれのアルファルファ混播も年々アカクローバ混播との差は縮まり、草地更新5年目でCPの経年累積生産量がアカクローバ混播を上回ります(図 - 25)。すなわち、更新年を含め5年間栽培すれば、アカクローバ混播に替えてアルファルファ混播を導入する経済的メリットはあるといえます。

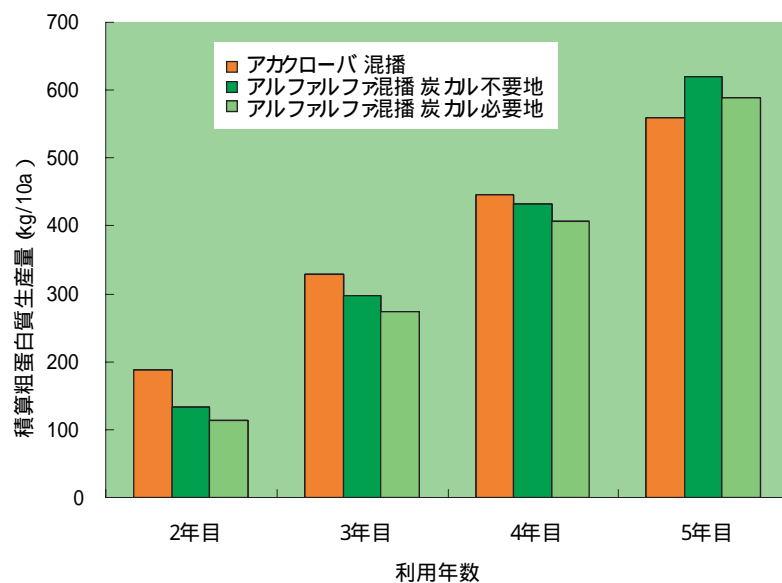


図 - 25 利用2～5年目の累積粗蛋白質生産量

注.アルファルファ混播は、アカクローバ混播とのコスト差をCPで補正減額した値。

留意点

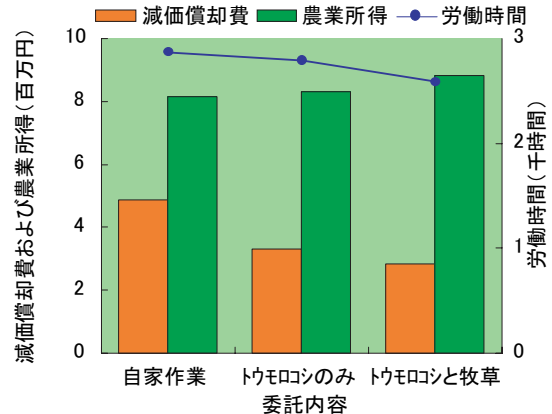
土壤条件によって追加投入コストがさらに多額になると、5年間の栽培では採算が合わないこともあります。また、アルファルファの生育に適さない場所で栽培しても、持続性を確保できません。自分の圃場の立地条件をよく考えてから導入しましょう。

Q29. コントラクタに作業を委託するメリットは？

コントラクタに収穫作業を委託すれば、直接的には 労働時間を減らし生活時間にゆとりができ、 機械投資を減らすことができます。そのことから農家によっては 一層の多頭化により規模を拡大することが可能になります。

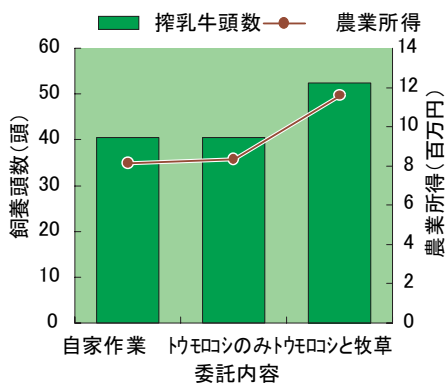
委託のメリットの試算

コントラクタへの作業委託のメリットについて、家族労働力が2.5人で40頭の搾乳牛を持つ十勝中央部の酪農経営を想定して試算しました(図-26)。コントラクタに委託しない場合にはコーンハーベスタやロールベラなどが必要となり、その減価償却費などの機械経費がかかります。一方、コントラクタに委託した場合には、利用料金の支払いが必要となります。したが



図Ⅱ-26 搾乳牛40頭経営における収穫作業委託効果の試算
注)労働時間は、農耕期間(4月下旬~11月上旬)の家族労働時間

って、機械経費と比べて利用料金がどの程度であるかによって作業委託により農業所得が



図Ⅱ-27 収穫作業の委託による頭数規模拡大の可能性
家族労働力2.5人の場合

拡大できるか否か決まってきます。試算の基礎としたコントラクタの牧草収穫作業のハーベスタ料金は3万円/時としましたが、収穫作業をすべて自分のところで行う場合と比べて、トウモロコシだけを委託するケースでは年間18万円、牧草収穫作業も委託するケースでは68万円ほど農業所得が拡大する結果となっています。また、年間の労働時間もトウモロコシ収穫だけを委託する場合で76時間、牧草収穫も委託する場合で272時間減少できる結果となっています。その結果、過重労働が問題となっている農家では、ゆとりを持つことができるようになります。さらに、規模拡大意向を持ち、施設の増頭が可能な農家では、このような圃場作業の省力化により飼養管理に専念できるため、さらなる多頭化を目指すこともできます。試算では、コントラクタに収穫作業を全面委託することにより52頭まで飼養できるようになります(図-27)。

委託のデメリット・影響

以上このように収穫作業委託のメリットは小さなものではないと考えられます。しかし、コントラクタに委託しようとする場合には、自分で収穫作業を行う場合と比べて、自分の経営方針に適した飼料の量・品質が確保できるとは限らないというデメリットがあります。したがって、受託者であるコントラクタとしては効率的な運営とともに、このような問題が出来るだけ現れないような計画的な運営が求められます。

Q30.大規模に作付けしている優良事例を紹介してください？

(1)根釧地域

北海道東部の草地酪農地帯は気温が低く積雪量も少ないことから土壤凍結が深く、アルファルファの栽培には適さないといわれています。この自然条件の厳しさを乗り越え、アルファルファ栽培をはじめて10年近くになるK牧場を紹介します。

経営概況

K牧場は、40才代のKさんご夫妻を基幹労働力とし、飼料畑面積100haは、採草地90haと育成牛専用の放牧地10haからなっています。アルファルファ混播草地は採草地の半分を超え50haを占めます(表-21)。経産牛は90頭で、この1年間に820tの牛乳を出荷し、経産牛1頭当たり乳量は9000kg台と地域の中でも高いレベルにあります。

表Ⅱ-21 K牧場の経営概要(2002年)

農業従事者	雇用	経営面積	乳牛飼養頭数	出荷乳量	主たる施設機械(導入年)
基幹 2人	OP 2人	100ha	140頭	815t	フリーストール(95年) ハーラー8頭W(95年)
補助 1人	(サイレージ運搬)	採草 90ha	経産牛 90頭		バンカーサイロ(99年) スラリーストア(01年)
		放牧 10ha			自走ハーベスタ(02年)

OP:オペレータ

アルファルファ混播牧草の栽培

Kさんは、アルファルファ混播牧草を栽培するうえで、草地更新1~2年目が最も重要な時期と考え、スラリー散布は草地更新の前年と更新後3年目以降とし、更新年と更新2年目は散布しない、アルファルファの株づくりのために、アルファルファの適期に合わせて2番草の収穫時期を決めています。

収穫調製は自走ハーベスタの導入により、運搬用ダンプのオペレータ(OP)2人雇用を含む5人で組作業をおこない、1番草90haを6月下旬から10日間で終えます。

アルファルファ混播サイレージの利用と貯蔵

アルファルファ混播の1番草サイレージは、嗜好性が良いことから搾乳牛の食いが落ちる夏に給与します。他方、アルファルファ率が高くなる2番草のサイレージは蛋白の含有率が高いため、アルファルファのっていない牧草サイレージとミックスして使います。

貯蔵するサイロは給与時期によって使い分けます。大容量で露出面が大きくなるバンカーサイロはサイレージの変質が少ない冬用とし、小容量で露出面が小さいスタックサイロは主に高温時の夏用で、これにアルファルファ混播1番草のサイレージをあてます(表-22)。

表Ⅱ-22 草地更新と貯蔵方法

草地更新の種子構成(kg/10a)				収穫調製業者		貯蔵形態	
アルファルファ	チモシー	シロクローバ	モアコン	自走ハーベスタ	タイヤショベル	バンカーサイロ	スタックサイロ
0.6	1.8	0.2	父	妻	経営主	1基	11基

従来はチモシー主体混播牧草のマメ科としてアカクローバとシロクローバを一緒に入れていたKさんですが、アカクローバをやめてアルファルファ混播にすると、アルファルファがアカクローバよりも消えにくく、蛋白質も多めになるとの評価です。

(2)十勝地域

十勝地域は夏季は高温になりアルファルファの生育に向いていますが、冬季は低温で積雪量が少なく土壌が凍結することから、アルファルファの越冬に不向きな地帯とされてきました。

経営概況

N牧場は、畑作農家と酪農家が混在する清水町にあり、10年前にトウモロコシの栽培をやめて、アルファルファを導入した経営です。家族の農業労働力は4人(基幹の労働力は2人)、採草利用の牧草地は、チモシーが20ha、アルファルファは新播も含めて20haあり、全て単播

草地です。乳牛飼養頭数は総頭数130頭のうち経産牛が48頭で、経産牛1頭

表Ⅱ-23 N牧場の経営概況

農業従事者	経営面積			経産牛頭数	出荷乳量
	全体	採草地	小豆		
基幹2人 (家族4人)	44ha	40ha	4ha	48頭	450t (予定)
		チモシー	20ha		
		アルファルファ	15ha		
		新播	5ha		

当たりの乳量は9,375kgになります(表 - 23)。

アルファルファ栽培・利用

造成後の3～4年間は、アルファルファを単播で栽培し、その後、株数が減少して収量が低下してきたら、チモシーを追播して、合わせて6年間利用します。アルファルファは年3回刈取り、1日予乾してから1番草と3番草は細切してタワーサイロ、2番草はロールペールラップサイロに調製します。良好なアルファルファ草地を作るために土壌改良資材や堆肥を適切に投入し、雑草対策には除草剤を使用しています(表 - 24)。

表Ⅱ-24 アルファルファ生産方式

利用方式調製方式		播種時期	播種量	更新年の草地管理	調整方式	
単播	混播*				1・3番草	2番草
3年	3年 (チモシー追播)	5月10日頃	2.5～3kg/10a	堆肥10t/10a 除草剤散布(5～6葉期)	細切 (タワー)	ロール
1番草収穫8月1日頃						

混播は、単播草地にチモシーを追播した草地

アルファルファサイレージは通年で給与され、搾乳牛1日1頭当たり飼料給与の基準量は、アルファルファサイレージ20kg、配合飼料(CP17)8kg、ビートパルプ4kgであり、自給飼料を主体とした飼料給与になっています。

経営実績

平成13年の経営収支をみると、農業粗収入は4,000万円(うち販売牛乳代金は3,000万円)、農業支出3,000万円で、農業所得は1,000万円です。また、購入飼料費は1,000万円で、乳飼比は33%と低くなっています。アルファルファ給与により経産牛年間1頭当たり乳量は9,000kgと高いにもかかわらず、繁殖障害などの病気が少ないことが特徴です。このようにN牧場では、アルファルファを導入することにより、自給飼料を主体とした飼料基盤に基づく健全な高泌乳生産と高い収益性を同時に実現しています。

(3)天北地域

天北地域は農耕期間（5～9月、浜頓別町）の平均気温が14℃と低いのですが、根雪始めが早く積雪量も多いため土壌凍結はなくアルファルファ栽培に適した地帯です。しかし、低地では泥炭土が分布し、内陸では灰色台地土、灰色低地土及び褐色森林土からなり、アルファルファ栽培にとって必ずしも恵まれた土壌(排水)条件ではありません。

経営概況

E牧場は天北地域の西部日本海側に面する天塩町にあります。圃場の6割は鉍質土で残りが泥炭土です。採草地面積約63haのうち、アルファルファ混播草地は12.5ha（20%）を占めています。乳牛の総飼養頭数142頭のうち経産牛は78頭です（表Ⅱ-25）。

表Ⅱ-25 E牧場の経営概況

農業従事者	経営面積			経産牛頭数	出荷乳量
	全体	採草地	トウモロコシ		
基幹2人 (家族7人)	65.5ha	63.1ha アルファルファ混播 12.5ha	2.5ha	78頭	724t

糞尿処理は平成13年から肥培かんがい事業により固液分離システムを導入し、固分は年2回程度切り返しをして堆肥化し、また液分は曝気処理し、早春、1番刈り後、秋と年3回草地に還元しています。

アルファルファ栽培・利用

平成5年よりアルファルファ混播栽培に取り組んできました。導入の歴史は浅く、少ない面積ながら栽培・調製・給与に至るまで体系化されています。アルファルファ草地の造成は生育初期の雑草競合を避けるため、サイレージ用とうもろこしを2～3年栽培した跡地に行います。播種量はアルファルファ1.5kg/10a、チモシー0.8kg/10a、造成時は腐熟堆肥6t/haの他、土壌分析結果に基づき炭カル・リン酸等土壌改良資材を投入します（表Ⅱ-26）。

表Ⅱ-26 飼料生産方式

輪作(作付年限)		播種時期	播種量		更新年の 草地管理	調製方式
トウモロコシ	アルファルファ混播		アルファルファ	チモシー		
2～3年	8年	6月上旬	1.5kg/10a	0.8kg/10a	堆肥 6t/10a 1番草収穫	低水分ロール ペールサイレージ

堆肥は、腐熟堆肥を用いている

アルファルファは3回刈りし、いずれも低水分ロールペールサイレージに調製します。コーンサイレージ給与期間（5ヵ月間）の搾乳牛1日1頭当たり給与量は、コーンサイレージ10kg、牧草サイレージ25kg、配合飼料12.8kgです。

経営実績

平成13年の経営収支をみると、農業粗収入は7,500万円（うち販売牛乳代金は5,500万円）、農業支出5,000万円（購入飼料費は1,850万円）で、農業所得は2,500万円と高い水準にあります。また、分娩間隔は430日とやや長いものの、良質な粗飼料の生産、きめ細かい飼養管理により経産牛1頭当たり乳量は11,200kgを実現しています。乳牛改良を積み重ね、高栄養牧草であるアルファルファの導入、土壌分析に基づいた施肥管理の実施、糞尿の100%草地還元等、同農場が経営理念としている3本柱、土づくり、草づくり、牛づくりを確実に実践しています。

1. 草地造成時の炭カル施用量

(引用文献：土壌および作物栄養の診断基準 - 分析法 (改訂版) -、1992)

草地造成 (更新) 時の土層 10cm 当たりの炭カル施用量 (kg/10a)

$$= (A - B) \times C \times f \times 10$$

ここで、改良目標 pH を A、測定 pH を B、土壌の仮比重を C、アレニウス係数を f とする。アレニウス係数は pH を 0.1 上昇させるのに必要な炭カル量 (土層 10cm 当たり kg/10a) で以下の表を用い、土性と腐植量より決定する。

なお、草地維持管理の場合は、改良深 5cm とする。

表Ⅲ-1 アレニウス係数(f)

腐植量	土 性				
	砂壤土	壤 土	埴壤土	埴 土	泥 炭
含む(2~5%)	17	25	34	42	—
富 む(5~10%)	25	34	42	51	—
頗る富む(10%以上)	39	51	62	73	99

表Ⅲ-2 火山性土壌における酸性矯正用炭カル施用量の目安

(矯正目標pH6.5に要する土層10cm当たりkg/10a)

土 性	腐植含量	土 壤 pH			
		4.5	5.0	5.5	6.0
砂壤土	含 む	238	179	119	60
	SL	350	263	175	88
	頗る富む	546	410	273	137
壤土	含 む	350	263	175	88
	L	476	357	238	119
	頗る富む	714	536	357	179
埴壤土	含 む	476	357	238	119
	CL	588	441	294	147
	頗る富む	868	651	434	217

注1) 火山性土の仮比重は0.7、その他の土壌は1.0とする

2) 砂壤土: 砂のざらざらした感じが強く、粘りけがない

壤 土: 砂が少しざらざら感ずるが、同時に粘りけもある

埴壤土: 砂の感じが少なく、指の間に粘土が残るように感ずる

2. 土壤凍結深の推定法

(引用文献：十勝地方における火山灰土壤の凍結、凍上が農地に及ぼす影響、土谷、1986)

アルファルファは、冬期間の寒さが厳しいと凍結害と呼ばれる低温障害が発生し、また土壤凍結により凍上すると断根・株の浮上による凍上害が発生する。気温が低く、積雪が少ないと土壤凍結が深くなりこれらの害を受けるが、凍結深が浅い場合は枯死株が少なく生育が遅れる程度であり、一般に積雪深が 20cm 未滿かつ凍結深が 50cm 以上でアルファルファは枯死するといわれている。このように寒地におけるアルファルファの安定栽培にとって土壤凍結の影響は大きい。

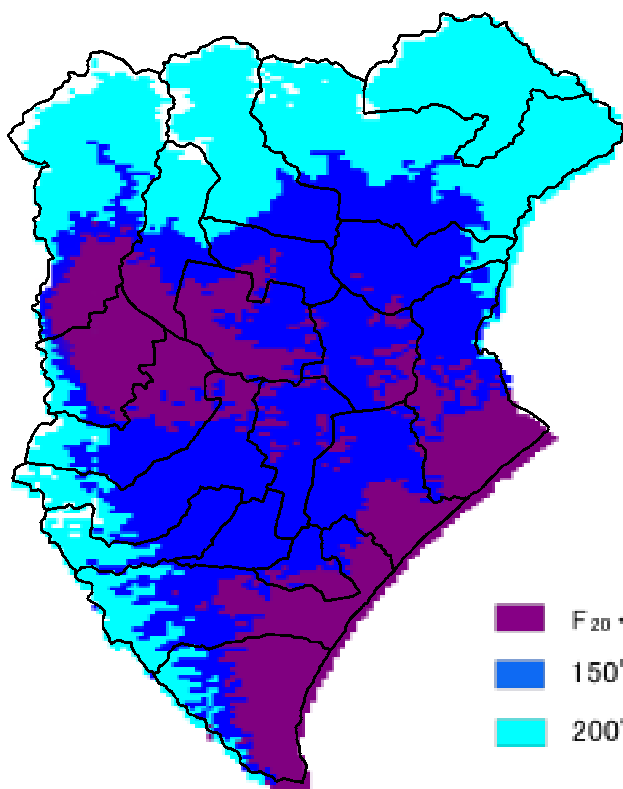
積雪がある場合の凍結深の最大値は、平均気温が 0 以下になる日の気温の絶対値を積算した値(積算寒度)を用い、次式により推定することができる。

$$\text{最大土壤凍結深} = \text{土壤条件により決定される係数} \times (F_{20})^{1/2}$$

F₂₀ 積雪深が20cmに達するまでの積算寒度

十勝地域での調査事例では、は 1.0 ~ 3.0 の範囲にあり、多雪地帯では約 1.5、少雪地帯では 2.0 ~ 3.0 となる。この値を上記式に代入することで任意地点の平均的な最大凍結深を求めることができるが、精度良く推定する手法は現段階では開発されていないため、この方法により最大凍結深を求める場合は実測により を算出する必要がある。

図 - 1 は、積雪深が 20cm に到達するまでの積算寒度 (F₂₀) を気象庁観測平年値メッシュ気候値 (1971 年 ~ 1990 年の気象データを平均し、地形因子により 1 kmメッシュに



展開したものを)を用いて試算したものである。月平均気温および12月~2月の最大積雪深データを元に、日別平均気温を調和解析により算定し、日別積雪深を11月30日を0cm、各月の最大積雪深を月の最後の日におき、その間を直線補完して算定した。同様、日積雪深を精度良くメッシュ化する手法は現段階では存在しないため、各地点の最大積雪深を精度良く推定する必要がある場合には積雪深、気温および を実測する必要がある。

図 - 1積雪深が20cmに達するまでの積算寒度 (十勝地域)

3. アルファルファ冬枯れリスクの算定法 (引用文献: Alfalfa management guide)

米国では、凍害による冬枯れの危険性を判定するための指標が策定されている。種々の要因がアルファルファの越冬性に与える影響を定量的に把握できる。

質問項目	点数	スコア
1. 造成後何年目の草地ですか？		
・3年以上	4	
・2~3年	2	
・1年以下	1	
2. アルファルファ品種について		
a. 耐寒性はどの程度ですか？		
・弱	3	ax bを記入
・中	2	
・強	1	
b. 病害抵抗性はどの程度ですか？		
・細菌性萎凋病にのみ有効	4	
・細菌性萎凋病、炭疽病、萎凋病、フィトプラ根腐病、 パーティリシウム萎凋病に有効	3	
・以上の全ての病気に有効	1	
3. 土壌pHは？		
・6.0以下	4	
・6.1~6.5	2	
・6.6以上	0	
4. 土壌の置換性カリウムのレベルは？		
・低い (8mg/100g以下)	4	
・普通 (8-12mg/100g)	3	
・適当 (12-16mg/100g)	1	
・高い	0	
5. 土壌の排水性は？		
・不良	3	
・普通	2	
・良好	1	
6. 秋から冬にかけての土壌水分は？		
・湿潤	5	
・普通あるいは乾燥	0	
7. 刈取りの頻度は？		
(刈取り間隔) (最終刈り)		
・30日以下	9/1日-10/15日	5
	10/15日以降	4
	9/1日以前	3
・30-35日	9/1日-10/15日	4
	10/15日以降	2
	9/1日以前	0
・35日以上	9/1日-10/15日	2
	10/15日以降	0
	9/1日以前	0
8. 10月中・下旬の刈株高さは15cm以上ありますか？		
・いいえ		1
・はい		0

以上8項目の合計スコア

冬枯れリスクの判定	
合計スコア)	(危険度)
3 - 7	低い~普通以下
8 - 16	すこし危険~普通
17 - 27	普通以上~高い
28 以上	非常に高い~危険

4. その他の病害および虫害

1. アルファルファの病害（続き）

表-3 その他の病害

病名	病徴	被害	多発生時期	被害軽減法
アルファルファ 萎ちょう病	葉の黄化、茎の萎ちょう 根全体の褐変	減収、再生不良 株枯死	1番草期	発生地での 連作を避ける
アルファルファ 茎枯病	茎、葉柄、葉に斑点 茎の枯死	減収、株衰退	1番草期	適期刈取り アブラムシ防除
アルファルファ べと病	葉に黄色斑点、のち落葉 葉裏に灰色カビ	減収	多湿時	適期刈取り
アルファルファ 葉枯病	葉に水浸状～黄褐色斑点 のち落葉	減収、株衰退	高温時	適期刈取り
アルファルファ 炭そ病	茎、葉柄に病斑 のち落葉	減収、株衰退	高温時	種子消毒
アルファルファ 紫紋羽病	茎葉の萎ちょう～枯死 根部に紫色フェルト状菌糸	株の枯死	高温・多湿時 (特に6～7月)	他作物の輪作 病株の掘取り

2. 造成時の虫害

単播草地では出芽後、ヨトウムシ類（写真 - 2）に食害されることがあり、放置すると、ほとんどの個体の葉および葉柄が食べ尽くされる（写真 - 3）。造成時のこのような被害は突発的なものと考えられるが、被害を最小限に抑えるためには、播種後圃場の観察を頻繁に行い被害の早期発見に努めること、早めの薬剤散布（ディプロルックス乳剤）で防除を行うことが必要である。



写真 - 1 アルファルファべと病



写真 - 2 ヨトウムシ



写真 - 3 ヨトウムシによる食害

5. アルファルファ乾草の品質評価法

1) 中性デタージェント繊維 (NDF)、酸性デタージェント繊維 (ADF) の成分推定

(<http://www.uwex.edu/crops/peaqdir.htm>)

わが国では、アルファルファの品質予測法はまだ未確立であるが、米国で取り入れられているアルファルファ乾草の品質予測手順を以下に示した。

アルファルファ草地の中で代表的な 42cm 四方枠の部分を選び、その中で最も高い草丈の株と最も登熟が進んだ茎を選定し、各々の高さで登熟度を測定する。

登熟度指数と草丈 (1 インチ = 2.54cm) を 式に当てはめ、NDF と ADF を推定する。

$$\text{NDF(乾物\%)} = 15.86 + 0.69 \times \text{草丈(inch)} + 0.81 \times \text{登熟度指数}$$

$$\text{ADF (乾物\%)} = 10.78 + 0.53 \times \text{草丈(inch)} + 0.79 \times \text{登熟度指数}$$

これらの推定値から、乾物消化率(%) = 88.9 - 0.779 × ADF%

体重当り乾物摂取量(%) = 120 / NDF% の推定が可能になる。

表Ⅲ-4 アルファルファの登熟度指数

登熟度指数	生育ステージ	ステージの状態
2	成長後期	茎が30cm以上になっているが、蕾や花は着いていない。
3	着蕾初期	1～2節に蕾が着いているが、まだ開花していない。
4	着蕾後期	2節以上に蕾が着いているが、まだ開花していない。
5	開花初期	少なくとも1節で開花している。
6	開花後期	2節以上で開花している。

2) 流通粗飼料としての評価

わが国の流通アルファルファの等級は、米国の草地飼料作物委員会 (American Forage and Grasslands council) が設定した等級の基準に従ってほぼ取引されている。この等級は ADF と NDF 含量から推定した相対飼料価 (Relative Feed Value, RFV) を基準としている。RFV は牛の生産性を直接表現する指標ではないが、消化率と摂取可能量を加味した指標として用いられている。

$$\text{RFV} = \{ 88.9 - (0.779 \times \text{ADF\%}) \} \times (120 / \text{NDF\%}) \times 0.775$$

表Ⅲ-5 流通アルファルファ乾草の等級と品質

等級	状態	CP DM%	ADF DM%	NDF DM%	乾物消化率 %	相対飼料価 (RFV)
特級(prime)	開花前	>19	<31	<40	>65	>151
1	開花初期	17～18	31～35	40～46	62～65	125～151
2	開花中期	14～16	36～40	47～53	58～61	101～124
3	開花最盛期 40%イネ科牧草	11～13	41～42	54～60	56～57	86～100
4	開花最盛期 50%イネ科牧草	8～10	43～45	61～65	53～55	77～85

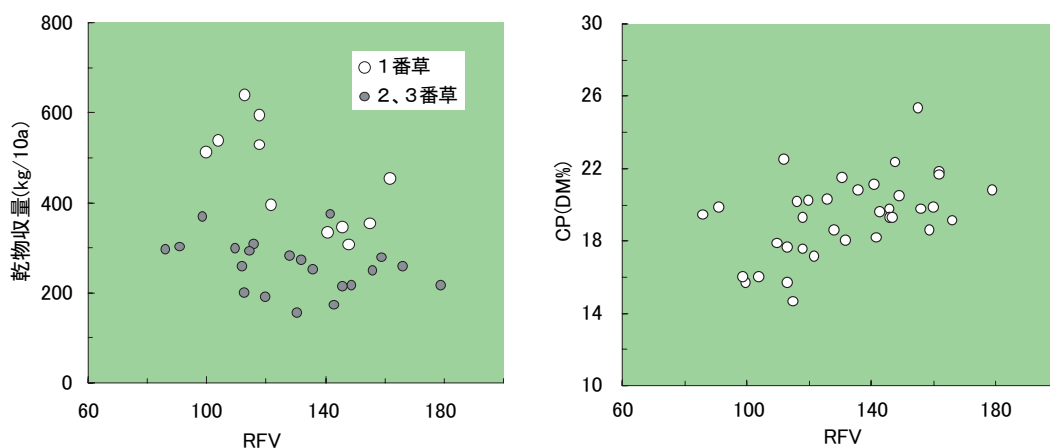
6.粗飼料給与量とアルファルファ単播草地の所要面積

アルファルファは生育ステージにより栄養価、乾物収量が異なる(図 - 8 ,図 - 3)。十勝地域における 1999 ~ 2001 年の実規模圃場における刈り収量およびラップサイロに調製したアルファルファサイレージの成分分析値を基に、相対飼料価 (RFV) を指標とした品質別の生産可能量および搾乳牛 1 頭当り必要な圃場面積は以下のように推定される。

表Ⅲ-6 アルファルファ品質と年間の生産可能量(北農研、2002)

相対飼料価(RFV)	100	120	140	160	180
乾物収量(kg/10a)	1190	1090	990	890	790

注. 品種:ヒサワカバ、十勝地域、年3回刈り、ラップサイレージ



図Ⅲ-2相対飼料価と乾物収量および粗蛋白質含量(北農研、2001)

表 - 7 泌乳全期の粗飼料給与割合と搾乳牛 1頭当り所要面積の試算値

粗飼料組み合わせ	粗飼料割合 (%)				圃場面積(a/頭)			
	アルファルファ	トウモロコシ	グラス	合計	アルファルファ	トウモロコシ	グラス	合計
アルファルファ単独 (AL)	40			40	33			33
	50			50	39			39
	60			60	45			45
AL + トウモロコシ	25	25		50	21	12		33
	30	30		60	25	14		39
	35	35		70	28	16		44
AL + トウモロコシ + グラス	15	15	15	45	13	7	9	29
	20	20	20	60	16	9	12	37
	25	25	25	75	20	12	15	47

注. 想定した泌乳水準 8000kg/年、乾物収量(kg/10a)はアルファルファ940 ~ 1140、トウモロコシ1700、グラス1200

参 考 文 献

- 1) Alfalfa and alfalfa improvement.(1988)A. A. Hanson et al., American Society of Agronomy, Inc., Crop Science Society of America, Inc., Soil Science Society of America, Inc., ISBN 0-89118-094-X.
- 2) Alfalfa management guide. (1994) Dan Undersander et al., American Society of Agronomy, Inc., Crop Science Society of America, Inc., Soil Science Society of America, Inc., ISBN 0-89118-111-3.
- 3)アルファルファ(ルーサン) - その品種・栽培・利用 - (1992)鈴木信治, 雪印種苗株式会社
- 4)アルファルファの品種と栽培・利用技術(1974)北海道農業試験場研究資料, 第6号.
- 5)家畜ふん尿処理利用の手引き(1999)北海道立畜産試験場.
- 6)サイレージの科学(1994)増子孝義, デーリィ・ジャパン社.
- 7)粗飼料・草地ハンドブック(1989)高野信夫他監修, 養賢堂.
- 8)粗飼料の品質評価ガイドブック(改訂版)自給飼料品質評価研究会編(2001)日本草地畜産種子協会.
- 9)十勝地方のアルファルファ栽培(1988)十勝農業協同組合連合会.
- 10)土壌および作物栄養の診断基準 - 分析法(改訂版) - (1992)北海道立中央農業試験場, 北海道農政部農業改良課.
- 11)北海道土壌診断基準と施肥対応 - 改訂版 - (1999)北海道農政部, 北海道立農業試験場, 北海道農業試験場.
- 12)目で見る牧草と草地、酪農研選書 No.58(1999)酪農総合研究所.
- 13)酪農大百科(1990)崎浦誠治, 鈴木省三監修, デーリィマン社.
- 14)ルーサンの栽培と利用(1979)酪農総合研究所編, 明文書房.

編集委員および執筆者

1 編集委員

北海道農業研究センター	畜産草地部長	竹下 潔 (委員長)
	〃 上席研究官	押尾秀一
	総合研究部 総合研究第3チーム長	糸川信弘 (事務局)
	〃 〃 主任研究官	池田哲也 (事務局)
	〃 〃 主任研究官	松村哲夫 (事務局)
	〃 動向解析研究室長	鵜川洋樹
北海道立畜産試験場	畜産工学部長	森 清一 (副委員長)
	〃 主任研究員	寒河江洋一郎 (事務局)
	〃 代謝生理科長	川本 哲 (出岡謙太郎*)
	環境草地部長	大原益博
	〃 草地飼料科長	中村克己
	研究参事	扇 勉

*平成 13 年度

2) 執筆者

北海道農業研究センター	総合研究部 総合研究第3チーム長	糸川信弘
	〃 主任研究官	池田哲也
	〃 主任研究官	松村哲夫
	動向解析研究室長	鵜川洋樹
	経営管理研主任研究官	相原克磨
	農村システム研究室長	天野哲郎
	農業機械研究室長	井上慶一
作物開発部	マメ科牧草研究室長	我有 満
畜産草地部	上席研究官	押尾秀一
	家畜生理繁殖研究室長	山田 豊
	家畜管理研究室長	中村正斗
	飼料評価研究室長	久米新一
	〃 主任研究官	大下友子
	〃 主任研究官	野中和久
	草地生産研究室長	高橋 俊
畑作研究部	生産技術研究チーム	岩田幸良
北海道立畜産試験場	畜産工学部 代謝生理科 研究職員	大坂郁夫
	〃	松井義貴
	環境草地部 草地飼料科長	中村克己
	〃 研究職員	出口健三郎
北海道立根釧農業試験場	研究部 主任研究員	出岡謙太郎
	〃	坂本洋一
	技術普及部 次長	山川政明
北海道立天北農業試験場	研究部 牧草飼料科長	堤 光昭
	技術普及部 主任専門技術員	中野長三郎

索 引

用語	頁	用語	頁
あ			
アイスシート	2, 26	酸性デタージェント繊維 (ADF)	9, 50
アカクローバ	19, 24, 41	酸度矯正	2, 6, 41, 46
アシラム剤 (アーザラン液剤)	22, 24	自給率	39, 40
圧扁	37	嗜好性	6, 29, 32, 43
α化度	37	湿害	2, 3
アルファルファ率 (割合)	19, 21, 32, 40	脂肪補正乳 (FCM)	35
萎ちょう病	6, 49	収益性	40
いぼ斑点病	14, 25	収穫損失 (収穫ロス)	29, 30, 33
陰イオン塩	38	収量	2, 6, 39, 51
永続性	5, 23	出芽	3, 4, 15, 17
栄養価	5, 8, 22, 29	消化特性	34
越冬性	6, 20, 26	除草剤	4, 6, 17, 24
オーチャードグラス	3, 5, 19, 20	除草剤処理同日播種法	4, 17
か			
可消化養分総量 (TDN)	34, 36, 39, 40	スタンド (定着個体)	3, 5, 15, 23
株密度	22, 28	石灰 (炭カル)	2, 5, 46
カリウム (K、カリ)	1, 9, 38	施肥	4, 5, 16, 21
刈取り (時期)	6, 20, 22, 29	繊維	9, 29, 34, 35
(回数)	5, 23	造成 (草地造成)	2, 17, 22, 46
カルシウム (Ca)	1, 8, 38	相対飼料価 (RFV)	9, 50, 51
簡易草地更新	28	粗飼料 (給与) 割合	9, 10, 35, 51
乾草	9	粗蛋白質 (CP)	8, 22, 29, 39, 40, 41
乾物摂取量	10, 12, 35, 36	そばかす病	6, 14, 25
危険帯 (刈取り危険帯)	20, 22, 23, 26	た	
蟻酸	32	代謝病	10, 38
揮発性塩基態窒素 (VBN)	8, 31, 32	堆肥	3, 4, 16
菌核病	26	脱葉	7, 33
茎枯病	49	断根	26
草丈	6, 22, 29	炭そ病	49
血中尿素態窒素	37	単播 (造成)	3, 17, 18
更新 (草地更新)	28, 41, 46	(管理)	21, 22, 23, 28
高水分サイレージ	32	(利用)	2, 32, 39, 40
コート種子	3, 15	チフェンスルフロンメチル剤	6, 22, 24
黒色小粒菌核病	26	(ハーモニ-75DF水和剤)	
混合飼料 (TMR)	10, 11, 35, 38	チモシー	3, 5, 19, 20
コントラクタ	7, 13, 42	虫害	49
(農作業請負組織)		中性デタージェント繊維 (NDF)	9, 29, 35, 50
混播 (造成)	3, 18, 19	追播	28, 44
(管理)	5, 20, 21, 28	添加剤	8, 32
(利用)	2, 32, 41	踏圧	2, 27, 33
梱包体系	7, 11, 30, 31	凍害	3, 6, 26
根粒菌	3, 15, 21	導入条件	12, 39, 40
さ			
採食量	9, 10, 34, 35	同伴作物	5
細切サイレージ	7, 11, 32	倒伏	6, 14, 29
雑草対策	4, 5, 17, 24	トウモロコシサイレージ (コーンサイレージ)	10, 12, 36
		土壌改良材	2, 4
		土壌凍結	6, 18, 26, 47

用語	頁	用語	頁
な		A~Z	
乳酸	8, 31	ADF (酸性デタージェント繊維)	9, 50
乳酸菌製剤	32	Ca (カルシウム)	1, 8, 38
乳飼比	12, 40, 44	CP (粗蛋白質)	8, 22, 29, 39, 40, 41
乳熱	10, 38	CPs (溶解精粗蛋白質)	32
農業所得	12, 40, 44, 45	DCAD (陽イオン陰イオン差)	38
濃厚飼料	10, 35, 40	FCM (脂肪補正乳)	35
は		K (カリウム)	1, 9, 38
パーティシリウム萎ちよう病	14, 25	NDF (中性デタージェント繊維)	9, 29, 35, 50
排汁	32	RFV (相対飼料価)	9, 50, 51
バイパス蛋白質	37	TDN (可消化養分総量)	34, 36, 39, 40
葉枯性病害	6, 14	TMR (混合飼料)	10, 11, 35, 38
葉枯病	49	VBN (揮発性塩基態窒素)	8, 31, 32
葉腐病	25		
播種期	3, 18		
播種量	3, 18, 19		
発酵品質	8, 31, 32		
抜根	26		
pH (土壌)	5, 46		
(サイレージ)	8, 31, 32		
ヒサワカバ	1, 3, 14, 26		
泌乳前期	10, 35		
病害	6, 25, 49		
品質評価	9, 50		
品種	1, 3, 14		
フォレージマットメーカ	8, 33		
冬枯れ	6, 22, 26, 48		
分娩前後	10, 38		
分離給与	11, 35		
併給飼料	10, 37		
べと病	49		
圃場選定	2		
ま			
マキワカバ	1, 3, 14, 26		
摩碎	8, 33		
紫紋羽病	49		
モザイク病	25		
や			
雪腐病	23, 26		
陽イオン陰イオン差(DCAD)	38		
溶解性粗蛋白質(CPs)	32		
ら			
酪酸	31		
裸地 (率)	28		
リグニン	34		
ルーメン発酵	10, 11, 37		
ロールベールサイレージ (ラップサイレージ)	11, 30, 31		

