

育成乳用牛の野外放牧における駆虫の重要性

高橋 史 昭

北里大学 獣医学部 大動物臨床学研究室

はじめに

日本の乳用牛における寄生虫病を考えると、その牛の一生の生活環境を考慮する必要がある¹⁾。それは、出生から育成期を経て乳汁生産を迎える成牛に至る間、その飼養環境や形態が大きく変化する機会が多いからで、その飼養環境に応じて対応する寄生虫も異なってくる。ここでは、乳用牛の飼養形態でもとくに、育成期の野外放牧時における、消化管内線虫対策とその効果について考察し、以降の乳用牛の生産性に与える影響について考えてみる。

(1) 野外放牧における駆虫の意義

乳用の若牛育成牛は舎飼による育成よりも、むしろ公共の放牧場などで野外放牧され初回妊娠まで育成されることが多い。これは、畜主が育成牛に費やす負担の軽減と、放牧場で育成することで順調な発育と牛群への馴致、そして早期の受胎を期待しているためである。しかし、このとき育成牛は、野外放牧場において消化管内寄生虫や外部寄生虫など、これまでに経験の無い多様かつ大量の寄生虫への暴露を受けることになる。この時期は、適切な駆虫を実施することで、いかにして初感染を受ける放牧牛群に対する内外寄生虫の悪影響を抑えつつ、軽度かつ適度な感染をコントロールし、牛群の生産性の低下を最小限に抑えながら抵抗性を獲得させるのが重要になる。

放牧場での駆虫は、飼養エリアに外部から牛に付随した寄生虫を持ち込ませない（持ち出さない）ことを前提に、①春期顕性化現象（スプリングライ

ズ；春先の気温の上昇とともに寄生虫が一斉に活動を始める現象）のような寄生虫の爆発的増殖前に駆虫薬で押さえ込む。②寄生虫の成虫の寄生数をできるだけ減らす。③最少投与回数で最大の経済効果が上がるような設定する。などが駆虫プログラムを作成する上で極めて重要な条件となってくる²⁾。これらの条件は、単に最大限の薬剤効果を期待することのみならず、薬剤耐性への対策、および薬剤の際限のない使用を控えることによる環境への配慮という観点^{3~5)}からも重要な考え方である。

(2) 野外放牧で問題視される線虫と基本的な対策

野外放牧にて注意を要する主な線虫には牛肺虫、牛鞭虫、乳頭糞線虫、ネマトジルス、牛捻転胃虫、ステルターグ胃虫、クーペリアなどが主なものである。そのうち牛肺虫をのぞく、いわゆる消化管内線虫は主に、軟便～下痢を主徴とし、急性消化器疾患のほか、多くは被毛粗剛（体毛がボサボサになる）、削瘦、衰弱および発育不良などの症状がある。その症状は漸次進行するのが特徴である。また、牛肺虫は、放牧牛群において肺炎を起こす線虫である。最近でも北海道の公共牧場で散発的な発生をみる。肺炎を発症すると重症の場合、死に至ることもある⁶⁾。

主な対策としては、イベルメクチン製剤（アイボメクトピカル）^{7,8)} やエプリノメクチン製剤（エプリネックストピカル）の投与が効果的である。両剤⁹⁾ は、病原性が高いと考えられるオステルターグ胃虫の第4期発育休止期子虫（L4）にも有効であることが報告されている^{10,11)}。また、エプリノメク

チン製剤（エプリネクストピカル）は、毛様線虫類（ネマトジルスなど）の消化管内寄生虫に対してより効果的であるという報告¹²⁾がある。

(3) モニタリングと放牧における正常発育および繁殖の指標

野外放牧場においては、放牧牛群の増体や繁殖状況などの生産性の状況を確認しながら、その推移をモニタリングすることが極めて重要になってくる。それは、多くの消化管内線虫による弊害は、临床上の明瞭な症状を示すこと無く、漸次、増体量の低下や削瘦、被毛粗剛や繁殖障害などが現れてくる（これを“亜臨床型病害”という）からで、放牧場管理者がこの弊害を認識する頃には、かなりの損耗が生じていると考えてよい。モニタリングは放牧場の目に見えない損耗を正確に把握するうえで極めて重要である。つまり、育成期は摂取した牧草や飼料の栄養を余すことなく牛自身の体躯の発育に利用されるよう、かつ初回発情、人工授精、受胎、妊娠、および出産といった連綿と続く将来の繁殖活動が遅延することがないように留意すべき時期であり、この時期の繁殖成績の成否がその個体の生涯の生産性を左右すると言っても過言ではない。

このように育成期は、牛の一生において極めて重要な時期となるが、それは牛体躯の発育と初回発情が密接に関連しているからでもある。

育成乳牛の初回発情の招来する月齢は、体重に依存する¹³⁾といわれており、入牧前後の発育は、早期受胎にも大きく影響する。理想的には8から10ヵ月齢で初回発情を、14ヵ月齢までに初回受胎し、24ヵ月齢以内に初産を迎え、初産分娩を560から600kgで迎えることが正常発育の指標とされる¹⁾。この基準を満たすことは、個体の生涯の乳生産にも影響してくることからも、適切な駆虫による正常発育を促すことは極めて重要である。

(4) 野外放牧場におけるモニタリングと駆虫プログラムの実践結果

1) 消化管内線虫をターゲットにした駆虫試験の実施と調査検討項目

2008年度から3年間にわたり、東北地方の野外

放牧場において、牛鞭虫、乳頭糞線虫、ネマトジルス、牛捻転胃虫、および一般線虫（オステルターグ胃虫やクーベリア等が含まれる）等の糞便中の虫卵数をモニタリングするとともに、駆虫による生産性への影響について調査した。

2008、2009年度はイベルメクチン製剤を使用し、駆虫時期は放牧場側で慣行的に行われていたタイミングで実施されていた。そこで2010年度（調査開始から3年目）には、より高い生産性を追求しようとして、それまで農場で実施されていたものとは異なる新たな駆虫プログラムを検討した。新駆虫プログラムとしては、エプリノメクチン製剤（エプリネクストピカル）を用いて入牧時（4月中旬）、入牧後7週目（6月中旬）、22週目（9月中旬）、および退牧時（11月中旬）の計4回の計画的駆虫を実施した。駆虫時期は、パラバン¹⁴⁻¹⁵⁾というコンピュータシミュレーションシステムの算出した駆虫時期を参考にした。（表1）

表1. 野外放牧場における駆虫薬投与および採材の実施状況（2008～2010年）.

実施項目	年度	放牧頭数	薬剤投与および採材の実施状況											
			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月			
薬剤投与*	2008	27	開牧時				12週目				25週目			退牧時
	2009	23	開牧時				13週目							退牧時
	2010	18	開牧時			7週目			22週目					退牧時
採材	2008	66							●					●
	2009	75												●
	2010	53	●	●			●			●				●

* 投与した駆虫薬は、2008、2009年度はイベルメクチン製剤、2010年度はエプリノメクチン製剤を使用した。
 ●：糞便採材および採血（血液生化学検査用）実施を示す。
 ●：放牧頭数は入牧時の頭数を示す。

また放牧牛群に寄生する消化管内線虫について定期的に糞便検査を実施して、排出虫卵の頭数寄生率と1グラムの糞便中の虫卵数（EPG値）から、その感染の推移を調査するとともに、生産性の指標として、放牧期間における1日当たりの増体量と繁殖成績（初回発情月齢および受胎までの人工授精回数）を調査した。また、栄養吸収の改善の指標として採血し、血液生化学検査の結果を過去2年の駆虫成績と比較検討した。

尚、この野外放牧場における飼養条件は、ほぼ同様であり給与飼料等に大きな変更はなかった。

2) 駆虫試験結果

2010年の寄生虫の放牧牛の糞便内の消化管内線

虫卵の検出状況の推移を見ると、入牧5週目から乳頭糞線虫と一般線虫卵を排出する個体が出始めた。その後11週目で乳頭糞線虫が、22週目ではネマトジルス、および一般線虫で、それぞれ虫卵陽性個体数がピークをむかえ、その後、減少傾向を示した(表2)。

表2. 2010年度野外放牧場におけるGIN陽性頭数と排出虫卵数(EPG値)の推移。

検出された線虫卵	調査項目	線虫卵の排泄陽性頭数、陽性率および排泄虫卵数(EPG値)				
		4月19日 (開牧0週)*	5月27日 (5週目)*	7月7日 (11週目)*	9月22日 (22週目)*	11月15日 (30週目)*
牛鞭虫	陽性頭数/検査頭数	1/18	0/18	0/18	2/18	0/17
	陽性率	5.6%	-	-	11.1%	-
	EPG(最小-最大)	4	-	-	4	-
毛細線虫	陽性頭数/検査頭数	1/18	0/18	0/18	0/18	0/17
	陽性率	5.6%	-	-	-	-
	EPG(最小-最大)	4	-	-	-	-
乳頭糞線虫	陽性頭数/検査頭数	0/18	3/18	13/18	9/18	3/17
	陽性率	-	16.7%	72.2%	50.0%	17.6%
	EPG(最小-最大)	-	4-28	4-12	4-8	4-12
ネマトジルス	陽性頭数/検査頭数	0/18	0/18	0/18	4/18	0/17
	陽性率	-	-	-	22.2%	-
	EPG(最小-最大)	-	-	-	4-20	-
一般線虫	陽性頭数/検査頭数	0/18	1/18	9/18	15/18	10/17
	陽性率	-	5.6%	50.0%	83.3%	58.8%
	EPG(最小-最大)	-	4	4-12	4-32	4-48

*2010年度の糞便検査月日と入牧からの経過週数を示した。
 * EPG値は糞便1gあたりの消化管内線虫の虫卵数で算出をワイスコンシン変法により行った。
 * EPG値:虫卵数は複数の個体で検出された場合は、最小数-最大数で示した。
 * 消化管内線虫として牛捻転胃虫と牛回虫は検出されなかった。
 * -は糞便検査において陽性率および排出虫卵数が0を示す。

また、牛群の糞便中のEPG値と虫卵陽性率を、2010年実施の駆虫プログラムと異なったプログラムで駆虫を実施した過去2年の実績と比較検討した。それぞれの年度の退牧前の最終検査の時点(11月)で比較すると、一般線虫卵の陽性率は50%台であり変化が認められなかったが、陽性牛のEPG数は低下傾向となった。乳頭糞線虫は2009年より陽性率が低下傾向となった。牛鞭虫、ネマトジルス、および牛捻転胃虫の虫卵は全く検出されなかった(表3)。

次に1日当たりの増体量(kg)の平均値の3年間の推移を見ると、過去2年と比較して2010年では増加傾向を示し、特に2009年との比較では有意な増加を示した。(図1)。

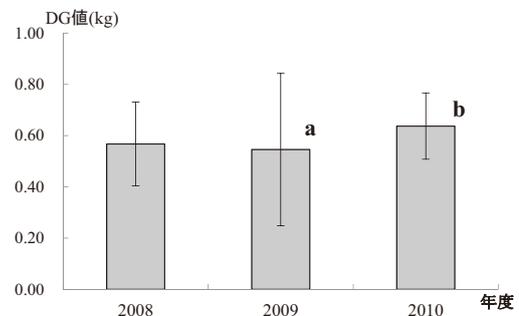
初回人工授精月齢の平均値の3年間の推移は、2010年で過去2年より短縮する傾向を示した。また、受胎までの人工授精回数の平均値の推移では、通常入牧群でやや増加傾向を示した(表4)。

血液検査成績を見ると血糖値、ヘマトクリット(赤血球容積比率)値(以下Ht値)および血清ア

表3. 野外放牧場における同時期(11月)のGIN虫卵排泄状況(3年間の比較)。

調査項目	採材年度	GIN虫卵の排泄陽性頭数、陽性率および排泄虫卵数(EPG値)				
		牛鞭虫	乳頭糞線虫	ネマトジルス	牛捻転胃虫	一般線虫
陽性頭数/検査頭数(頭)	2008	0/21	2/21	0/21	2/21	12/21
	2009	1/15	6/15	0/15	3/15	8/15
	2010	0/17	3/17	0/17	0/17	10/17
陽性率(%)	2008	0	9.5	0	9.5	57.1
	2009	6.7	30.6	0	20.0	53.3
	2010	0	17.6	0	0	58.8
EPG値(最小-最大)	2008	-	4	-	4	4-228
	2009	4	4-8	-	4-8	4-92
	2010	-	4-12	-	-	4-56

*2010年度開牧当初からの放牧頭数は、2008年21頭、2009年15頭、および2010年17頭であった。
 *採材は、2008年11月13日、2009年11月5日および2010年11月14日にそれぞれ実施した。
 *EPG値:糞便1gあたりの消化管内線虫の虫卵数 EPG値を示し、複数の個体で検出された場合は最小-最大で示した。
 *その他、消化管内線虫として毛細線虫および牛回虫は検出されなかった。
 * - ; および虫卵の検出なしを示す。



* 図中の偏差バーは、標準偏差を示す。
 * 2008年27頭、2009年23頭および2010年18頭の平均値±標準偏差。
 * a-b間において年度間で統計学的有意差(p<0.01)を認めた。
 * 有意差検定には、年度間で一元配置分散分析のち Holmの多重比較検定を用いた。

図1. 野外放牧場における年度ごとの1日あたり増体量(DG値)の推移

表4. 繁殖成績(初回人工授精月齢および受胎までの人工授精回数)の年度間比較

比較項目	初回人工授精月齢および受胎までの人工授精回数			
	2008年度	2009年度	2010年度	有意差
初回人工授精月齢(月)	15.6±1.9 (n=26)	16.7±2.8 ^a (n=10)	15.3±1.1 ^b (n=14)	p<0.01;a-b.
受胎までの人工授精回数(回)	1.7±0.8 ^b (n=26)	1.2±0.6 ^d (n=10)	1.6±0.9 (n=15)	p<0.01;c-d.

* 数値は mean±SD で示した。
 * アルファベット記号で統計学的有意差を認めた。
 * 有意差検定には年度間で一元配置分散分析を行い、Holmの多重比較検定を用いた。

ルブミン値(以下Alb値)で徐々に増加傾向を示した。特に血糖値では、過去2年に比較していずれの群においても有意に高値を示した。またHt値および血清Alb値は、2008年よりも2010年が有意に高値を示した。またトータルコレステロール値

および血液尿素窒素値は、正常値の範囲内で推移した(表5)。

表5. 最終検診時(11月)における血液検査成績の比較

検査項目	調査年度 調査頭数	血液検査成績			有意差
		2008年度 (n=22)	2009年度 (n=14)	2010年度 (n=18)	
Glu(mg/dl)		61.4±2.6 ^a	74.4±2.2 ^b	80.2±2.1 ^c	p<0.01; a-b,a-c,b-c.
T-cho (mg/dl)		131.6±22.2 ^d	85.7±14.8 ^e	106.9±19.2 ^f	p<0.01; d-e,d-f,e-f.
Ht(%)		30.1±2.6 ^g	30.5±2.2	31.3±2.1 ^h	p<0.01; g-h.
BUN(mg/dl)		14.52±2.69 ⁱ	17.84±1.83 ^j	16.49±1.91 ^k	p<0.01; j-i,k.
Alb(g/dl)		3.60±0.28 ^l	3.62±0.22	3.73±0.20 ^m	p<0.01; l-m.

- ・ アルファベット表記はそれぞれ Glu: 血糖値, T-cho: 血清トータルコレステロール値, Ht: ヘマトクリット値, Alb: 血清アルブミン値, および BUN: 血液尿素窒素を示した。
- ・ 数値は mean±SD で示した。
- ・ n 数は採血を実施した頭数を示す。
- ・ アルファベットの小文字符号間で統計学的有意差あり。
- ・ 有意差検定には年度間で一元配置分散分析後, Holm の多重比較検定を用いた。

3) 試験結果の分析と考察

消化管内線虫による栄養障害は多様で、寄生虫に栄養を搾取されるのは微々たるものであり、実際は、寄生により消化管内粘膜面の形態や機能が破壊され、寄生虫の寄生による創傷による出血や寄生の刺激による上皮細胞の異常増殖や、不完全な再形成による蛋白質などの高分子な栄養の漏れ、また寄生虫による胃の粘膜の損傷による蛋白質消化障害、酵素欠乏やミネラル代謝異常などが知られている¹⁶⁾。

筆者の試験における、①2回目の駆虫時期の早期化(12或いは13週目から7週目へ)および②秋季(9月)駆虫の設定などの変更で、過去2年の駆虫に比較して、消化管内線虫による障害が軽減された結果、放牧牛群の1日当たりの増体量の改善にも影響を及ぼしたものと推察される。

このように、駆虫により栄養の吸収に改善があったと思われることから、増体量の改善が認められ、そのことが初回発情の早期化を促したと推察される。これは、血液検査の結果からも裏付けられ、早期に受胎する割合も増加し、初回受胎までの人工授精回数も減少したものと推察される。

一方で、この放牧場では長年、殺ダニ剤(ピレスロイド系駆虫薬)を使用したマダニ対策が採られていたことから、ピロプラズマ原虫感染率も放牧検診時の検査値を見ると極めて低値に維持、抑制されていた。これらの対策の効果もあってか、

試験期間を通してピロプラズマ原虫の病害による Ht 値や血清 Alb 値への影響はほとんどなかったものと推察される。このような状況を勘案すると、2010年に Ht 値や血清 Alb 値が上昇傾向に推移したのは、これは消化管内線虫に起因する生体内のヘモグロビン合成のためのアミノ酸不足が、より効果的な駆虫プログラムにより抑制されたことによる影響が大きかったものと推察される¹⁶⁾。

すなわち、消化管内線虫がより効果的にコントロールされた結果、まず食欲の増進が促され、第一胃内の揮発性脂肪酸の生産が増加し、エネルギー源である揮発性脂肪酸生産量の増加に伴う生体内の新陳代謝が活発化される¹⁷⁾。それにより副産物として第一胃内の微生物の増殖が惹起され、下部消化管にて吸収される菌体蛋白質が増加し、蛋白質代謝が活性化^{18~19)}。このような蛋白質代謝が促進された結果、血液成分の中でもヘマトクリット値や血清アルブミン値等に反映したものと推察される。

おわりに

本試験により、駆虫プログラムの実施による消化管内線虫の虫卵排泄の抑制が認められ、それに伴う生産性の向上が認められ、それが血液検査結果から裏付けられた。これは、駆虫により消化管内線虫の寄生数や活動がコントロールされることで、その弊害が取り除かれ、摂取した牧草や飼料の消化、吸収の正常化が促された結果、体量の増加や繁殖成績の向上といった生産性向上に反映したものと考えられる。

このように、放牧場に適合した駆虫計画を策定、実施し、牛群をモニタリングしながら牛群全体の増体成績や繁殖成績の改善を図ることは、育成牛のその後の生産性に大きな影響を与える重要な作業であると言える。

引用文献

- 1) 全国家畜産物衛生指導協会編 a. ; 牛における 寄生虫病とウィルス・細菌感染症の防除対策. II 牛における寄生

- 虫病対策. 1. 牛の正常発育と阻害因子としての寄生虫感染症. (3)牛の正常発育. P.17. (2004)
- 2) 全国家畜畜産物衛生指導協会編. ;牛における寄生虫病とウィルス・細菌感染症の防除対策. II 牛における寄生虫病対策. 6. 各飼養管理下における駆虫対策. P.46-47. (2004)
- 3) Edmonds, M.D., Johnson, E.G., Edmonds, J., D. : Anthelmintic resistance of *Ostertagia ostertagi* and *Cooperia oncophora* to macrocyclic lactones in cattle from the western United States. *Vet. Parasitol.* 170, 224-229 (2010) .
- 4) Jackson, R., Rhodes, A.P., Pomroy, W.E. : Anthelmintic resistance and management of nematode parasites on beef cattle-rearing farms in the North Island of New Zealand. *N Z Vet J.* 54, 289-296 (2006) .
- 5) Demeler, J., Küttler, U., El-Abdellati, A. : Standardization of the larval migration inhibition test for the detection of resistance to ivermectin in gastro intestinal nematodes of ruminants. *Vet. Parasitol.* 174, 58-64 (2010) .
- 6) 青木一郎、松橋宏、桑本亮、遠藤泰寛、小泉弘 ; 公共牧場において終牧期に流行した牛肺虫症. 長野県畜産技術研究発表集. 39, 1-5 (1995) .
- 7) Barragry, T.B. : A review of the pharmacology and clinical uses of ivermectin. *Can. Vet. J.* 28, 512-517 (1987) .
- 8) Campbell, W.C., Benz, G.W. : Ivermectin: a review of efficacy and safety. *J. Vet. Pharmacol. Ther.* 7, 1-16 (1984) .
- 9) Heinz, M. (Editor) : Avermectins and Milbemycins. *Nematocidal Drugs, Animals.* 365-366. *Encyclopedic reference of parasitology second edition.* Springer. (2000) .
- 10) Yazwinski, T. A., E. G. Johnson, D. R. Thompson, M. D. Drag, G. L. Zimmerman, W. K. Langholff, J. E. Holste and J. S. Eagleson. 1997. Nematocidal efficacy of eprinomectin, delivered topically, in naturally infected cattle. *Am. J. Vet. Res.* 58, 612-614.
- 11) Pitt, S. R., W. K. Langholff, J. S. Eagleson and S. Rehbein. 1997. The efficacy of eprinomectin against induced infections of immature (fourth larval stage) and adult nematode parasites in cattle. *Vet. Parasitol.* 73, 119-128.
- 12) Shoop, W. L., J. R. Egerton, C. H. Eary, H. W. Haines, B. F. Michael, H. Mrozik, P. Eskola, M. H. Fisher, L. Slayton, D. A. Ostlind, B. J. Skelly, R. K. Fulton, D. Barth, S. Costa, L. M. Gregory, W. C. Campbell, R. L. Seward and M. J. Turner. 1996. Eprinomectin: a novel avermectin for use as a topical endectocide for cattle. *Int. J. Parasitol.* 26, 1237-1242.
- 13) Loyacano, A. F., J. C. Williams, J. Gurie and A. A. DeRosa. 2002. Effect of gastrointestinal nematode and liver fluke infections on weight gain and reproductive performance of beef heifers. *Vet. Parasitol.* 107, 227-234.
- 14) Smith, G., J. Guerrero and J. A. Jacobsen. 1996. PARABAN®: A case study of how macroparasitic models can be useful at farm level. *British Cattle Veterinary Association (BCVA) Congress 1996.*
- 15) Learmount, J., M. A. Taylor, G. Smith and C. Morgan. 2006. A computer model to simulate control of parasitic gastroenteritis in sheep on UK farms. *Vet. Parasitol.* 142, 312-329.
- 16) 石井俊雄著. 今井壮一編. ; 改訂獣医 寄生虫学・寄生虫病学2. 寄生性胃腸炎病原論. P.329, 講談社 サイエントフィク. (2007)
- 17) 小野寺良次監修・板橋久雄編. ; 新ルーメンの世界 微生物生態と代謝制御. 第3章 ルーメン内における栄養素の代謝と栄養生理. 3. 糖質の代謝と栄養生理. (3)糖質の代謝調節. ④体内での糖の利用. 348-352. 農文協. (2004)
- 18) James, G. C. 編. 高橋迪雄監訳. ; 第2版獣医生理学, IV消化生理学・代謝30. 消化-発酵過程 発酵消化の基質と生成物. 367-375. 文永堂出版. (2000).
- 19) 佐々木康之監修・小原嘉昭編. ; 反芻動物の栄養生理学. 第1章 消化の生理 第6節ルーメンにおける消化, 2., 炭水化物の代謝. (3)ルーメン内でのVFAの生成経路. 97-983. タンパク質の消化. (2)微生物タンパク質の合成103, 農文協(1998).

プロフィール

岩手県沢内村(現西和賀町)出身

平成2年3月;北里大学獣医畜産学部(現獣医学部)獣医学科卒

平成2年4月;岩手県農業共済組合連合会(現岩手県農業共済組合)勤務

平成4年4月;宮城県農業共済組合連合会(現宮城県農業共済組合)勤務

平成25年9月;東京農工大学にて博士号取得(農学)

平成28年4月;北里大学獣医学部大動物臨床学研究室准教授