

分野：畜産

西南暖地における次世代型酪農実現に向けた飼養管理体系

試験研究計画名：西南暖地における次世代型酪農実現に向けた飼養管理体系の実証

地域戦略名：ロボット搾乳に最適な飼料給与体系と生涯生産性を向上させる飼養管理体制の構築

研究代表機関名：（国）鹿児島大学

地域の競争力強化に向けた技術体系開発のねらい：

わが国、特に西南暖地では、後継者不足による飼養戸数や飼養頭数の減少による乳生産量の低下が問題となっています。また、今後の安価な輸入乳製品との競争も予測されるため、低コストかつ高品質で国際競争力のある酪農業の形態の確立が必要とされています。これらの問題を解決して国内の酪農業を維持・成長させるための新しい技術として、飼養管理の自動化が非常に重要です。

近年の酪農自動化に関する機器の性能向上はめざましく、搾乳や給餌における自動化により（写真1）、一定量の乳生産量が増加することは様々な実証試験により報告されていますが、国内において泌乳期における搾乳牛の個体栄養管理など、従来の搾乳システムとは異なる飼養体系を具現化するための飼養管理システムの構築には至っていません。さらに、西南暖地では動物に多大なストレスをおよぼす暑熱が乳生産に大きく影響することから、他地域以上に ICT を用いた飼養管理技術が求められています（写真2）。

そこで、乳生産およびカウコンフォートを向上させ搾乳牛の生涯年齢および生涯生産性の向上を目的として、搾乳ロボットで給与する濃厚飼料および PMR（Partly Mixed Ration, 部分的混合飼料）を開発することで、泌乳ステージに応じた飼養管理体制を構築することに取り組みました。



写真1 オートフィーダーによるPMRの給与



写真2 ICTを用いた暑熱管理

技術体系の紹介：

1. 搾乳ロボットで給与する専用濃厚飼料

搾乳ロボット内で給与する専用の濃厚飼料は、暑熱期にも牛の第一胃への負担が少ないと考えられる高繊維、高バイパス率で設計しました（表1）。また、ふすま等のそうこう類比率を増やし、バイパス蛋白質原料として、「加糖加熱処理大豆かす」の配合比率を増加させました。さらに、濃厚飼料摂取の選び食いを抑制するため、飼料の形状はオールペレットへと一本化しました。

1日当たりの給与量は、2～6kgの範囲で乳量や搾乳日数、産次数に応じて変動させました（表2）。1年間を通した専用濃厚飼料の搾乳ロボット内における摂取率は平均90.4%（88～92%）で、給与開始2年目では暑熱期においても1日乳量は30kg/頭以上で推移しました（表3）。

表1 新規に開発した搾乳ロボット内での専用濃厚飼料の配合割合

飼料名 飼料形状	従来飼料 ペレット&フレーク	新規濃厚飼料 ペレット
とうもろこし(庄べん)	13.600	
とうもろこし(粉)	18.182	20.720
マイロ	0.800	
小麦	2.400	4.000
小麦粉	3.300	11.000
きな粉	0.900	6.000
大豆油かす	6.894	3.500
原料名 なたね油かす	11.600	
および 加糖加熱処理大豆油かす	1.800	10.000
配合割合 (%)	コーングルテンミール	0.160
	ふすま	18.280
	脱脂ぬか	0.320
	麦ぬか	0.600
	グルテンフィード	15.600
	DDGS	1.160
	糖蜜	2.180
	炭酸カルシウム	1.336
	他、微量要素など	0.888
原料比率	穀類	40%
	油かす類	20%
	そつこう類	36%
	その他	4%
		41%
		14%
		40%
		5%

表2 搾乳ロボット内での専用濃厚飼料の給与プログラム

テーブル1: 搾乳回数による搾乳ロボット内で給与する濃厚飼料の給餌管理

搾乳回数	濃厚飼料給餌量	備考
0日	1kg	搾乳ロボットへ移動後に1kg給餌からスタート
↓	↓	
14日	4.5kg	14日までに4.5kgまで増量(0.25kg/日で増量)
↓	↓	
70日	4.5kg	70日まで4.5kgで固定給餌
↓	↓	
71日以降	泌乳量に応じて変動	71日以降はテーブル2へ移行

テーブル2: 産次および泌乳量による搾乳ロボット内で給与する濃厚飼料の給餌管理

産次	泌乳量	濃厚飼料給餌量(kg)
初産牛	25kg以下	2.0
	26~30kg	3.0
	31~35kg	3.5
	36~40kg	4.0
	41~45kg	4.5
	46~50kg	4.7
	51~55kg	5.0
	56~60kg	5.3
経産牛	25kg以下	2.0
	26~30kg	3.0
	31~35kg	4.0
	36~40kg	4.3
	41~45kg	4.8
	46~50kg	5.3
	51~55kg	5.6
	56~60kg	6.0

表3 搾乳ロボット内での産乳成績と専用濃厚飼料の摂取状況

	搾乳頭数	1日乳量(kg/頭)	濃厚飼料摂取率(%)	開発した新規濃厚飼料給与(1年目)			開発した新規濃厚飼料給与(2年目)					
				搾乳頭数	1日乳量(kg/頭)	濃厚飼料摂取率(%)	搾乳頭数	1日乳量(kg/頭)	濃厚飼料摂取率(%)			
従来濃厚飼料給与	平成27年11月	87	32.3	87	平成28年11月	90	33.5	90	平成29年11月	97	35.2	90
	平成27年12月	87	32.0	90	平成28年12月	89	31.5	92	平成29年12月	96	34.1	91
	平成28年1月	85	32.3	87	平成29年1月	91	33.4	91	平成30年1月	95	35.9	91
	平成28年2月	89	32.5	90	平成29年2月	96	35.7	90	平成30年2月	95	36.6	92
	平成28年3月	95	32.7	89	平成29年3月	95	35.3	87	平成30年3月	95	38.4	90
	平成28年4月	89	33.5	89	平成29年4月	103	34.2	89	平成30年4月	96	43.5	91
	平成28年5月	88	32.8	90	平成29年5月	100	34.5	90	平成30年5月	96	39.3	92
	平成28年6月	91	30.5	86	平成29年6月	97	32.7	90	平成30年6月	95	36.8	90
	平成28年7月	92	28.9	88	平成29年7月	97	29.8	87	平成30年7月	94	33.5	89
	平成28年8月	92	29.6	87	平成29年8月	95	28.1	87	平成30年8月	94	32.6	88
	平成28年9月	91	30.3	89	平成29年9月	95	29.8	89	平成30年9月	95	30.2	90
	平成28年10月	88	30.9	88	平成29年10月	100	32.5	89	平成30年10月	96	33.5	91
	期間平均	89.5	31.5	88.3	期間平均	95.7	32.6	89.3	期間平均	95.3	35.8	90.4

2. 自家生産サイレージを中心とした搾乳ロボットに適したPMR給与

PMRの自家生産粗飼料として用いたのは3種類(コーンサイレージ、ソルゴーサイレージ、コーンソルゴー混潘サイレージ)で、1頭当り20~25kgを用いました。1年間のPMRの乾物中の化学成分はCP15.5~17.4%、NDF29.1~32.5%、NFC39.8~42.1%の比率で推移しました。この中で、牛群の乳量が33kg/日を超えた時期のPMRの化学成分の平均値はCP16.2%、NDF30.7%、NFC40.8%、TDN74.2%、澱粉率23.4%でした(表4)。

PMRの摂取率を向上させるために、給餌回数および餌押しの方法を検討しました。牛の給餌体系は牛舎の形態により異なり、搾乳ロボットへの通路を制御した移動制御型の牛舎と、搾乳ロボットへの訪問を自由にした自由往來型の牛舎の2種類があります。移動制御型には、搾乳後に飼槽エリアにてPMR飼料を給餌する搾乳先配置型(ミルクファースト)の牛舎と、PMR摂取後に搾乳が行われるPMR先配置型(フィードファースト)の牛舎に分けられます。実証農場はミルクファースト形式の牛舎で、PMRの飼槽に行くためには必ず事前分離ゲートを通す必要がある

表4 高乳量(平均乳量33kg以上)時期のPMRの乾物中の化学成分

飼料成分	単位	PMR平均値	乳量別の栄養成分			
			≤乳量25kg PMR	乳量30kg PMR	乳量40kg PMR	乳量50kg PMR
乾物量	kg/頭	21.0	22.70	23.60	24.50	25.40
CP	%/DM	16.2	16.67	16.87	17.06	17.23
RUP	%/CP	31.0	32.00	33.00	33.00	34.00
RDP	%/CP	69.0	68.00	67.00	67.00	66.00
脂肪	%/DM	4.8	4.83	4.82	4.82	4.81
ADF	%/DM	19.9	18.98	18.58	18.20	17.85
NDF	%/DM	30.7	30.24	30.02	29.82	29.63
粗飼料率	%/DM	47.7	44.04	42.39	40.87	39.45
NFC	%/DM	40.8	41.13	41.27	41.41	41.53
NEL	%/DM	1.7	1.72	1.72	1.73	1.74
TDN	%/DM	74.2	74.93	75.26	75.57	75.85
スターチ	%/DM	23.4	24.12	24.43	24.72	24.99

ため、事前分離ゲートの通過回数を PMR 摂取の回数とみなして記録しました。

オートフィーダーでの 1 日 7 回の PMR 給餌に加え、人による餌押し 1 日 8 回から、フィードプッシャーによる同数の餌押しに変更したところ、搾乳機への自動分離ゲートの通過数が 1 日あたり平均 8.2 回から 9.8 回へと 1.6 回増加しました。さらに、夜間の餌押し回数を 3 回増やしたところ、ゲートの通過回数は 1 日あたり 10.5 回とさらに 0.7 回増加しました。ゲート通過回数が増加するに従い、搾乳回数および 1 日個体乳量も増加しました (表 5)。

3. ICT を活用した暑熱ストレス低減対策

カウコンフォートを向上させるための暑熱期対策として、牛舎内に暑熱期の風向きを考慮した換気用扇風機とミスト散布装置を設置し、牛舎内の気温と湿度により THI (温湿度指数) を常時計測し、そのデータを基に ICT 制御により送風およびミスト散布を行いました (写真 3)。経産牛では気温が 21℃を超えると乾物摂取量が低下すると報告されていることから、牛舎内の温度が 22℃に到達すると換気用扇風機を自動で稼働させ、牛舎内の風速が最高 2.4m/秒 (体感温度=舎内温度-6√風速) となるように設定しました。また、牛舎内の THI がストレスにより乳量の低下が始まるとされる基準値 (72) 以上になると、ミストを散布して体表の気化熱による冷却を行えるように設定しました。暑熱期の 7~9 月において、牛舎内の気温は牛舎外 32.1℃から平均 4.8℃低下し、THI は 85.6 から 5.4 低下しました。これらの暑熱対策技術と給与飼料技術を合わせることで、快適性を向上させて生産性を増加させる可能性が示唆されました。

表 5 餌押し回数によるゲート通過回数、搾乳回数、1 日個体乳量の比較

	餌押し8回 (人力)	餌押し8回 (機械)	餌押し11回 (機械)
ゲート通過回数 (/日)	8.2 ± 0.3	9.8 ± 0.7	10.5 ± 1.0
搾乳回数(/日)	2.41 ± 0	2.43 ± 0.1	2.60 ± 0.1
1日個体乳量 (kg/日)	31.5 ± 1.4	32.6 ± 2.3	35.8 ± 3.5



写真 3 ICT によるミストの散布

技術体系の経済性は：

経営改善効果

技術体系の導入による経営への影響について、調査機関における実証農場の成績より試算を行いました (表 6)。収入に関しては、技術体系導入後に 4.3 kg/日/頭の乳量増加したことから 10,032 千円の増加が見込まれました。

支出に関しては、搾乳ロボット内で給与する専用の濃厚飼料は技術体系導入により 1,707 千円の増加となりましたが、搾乳ロボットに適した PMR の給与では 803 千円の減少となりました。また、暑熱ストレス低減対策として導入した自動環境調整システムと換気用扇風機、ミスト散布装置により、4,480 千円のコストが増加しました。一方、技術導入により周産期疾病が減少したことにより、治療費は 549 千円減少しまし

表 6 実証農場 (搾乳牛 90 頭規模) における技術体系導入に伴う収益および支出の試算 (単位：千円)

開発技術導入にかかる収入の変化	技術導入前	技術導入後	差額	備考
・生乳販売額	73,497	83,530	10,032	4.3kg/日/頭の乳量増加
開発技術導入にかかる経費の変化	技術導入前	技術導入後	差額	備考
・減価償却費				
フィードプッシャー	0	500	500	耐用年数5年
暑熱対策機器	0	4,480	4,480	耐用年数5年、システム含む
・飼料費				搾乳、乾乳、育成含む
濃厚飼料	7,472	9,179	1,707	
PMR飼料	50,178	49,375	-803	
・治療費	1,549	1,000	-549	繁殖および疾病治療費
合計	59,199	64,534	5,335	

た。

これらの収支から、搾乳ロボット内で給与する専用の濃厚飼料、自家生産サイレージを中心とした搾乳ロボットに適したPMR給与、ICTを活用した暑熱ストレス低減対策などの技術導入により、1年間で約4,697千円の収益増加になると試算されました。

経済的な波及効果

西南暖地では飼養戸数や頭数の減少が顕著であることから、後継者不足や飼養頭数を維持・成長させるための技術として酪農業の自動化とICT管理の利用が推進されています。本技術体系による搾乳牛の飼養管理は、新規あるいは改修により酪農自動化を実施する農場において導入が可能な技術です。

実証農場には多くの酪農団体から視察者が訪れ、その後に酪農自動化を導入する農場も増えています。本技術体系を用いることで、西南団地において牛の快適性を向上させ、飼料管理の再点検を行うことで牛の能力を十分に発揮することが可能となり、その結果として生産性を増加させて経済効果が向上することが見込まれます。

こんな経営、こんな地域におすすめ：

実証農場は、以前は平均90頭の搾乳を行うパーラー搾乳形態の酪農場で、家族経営に加えて搾乳および飼養管理のために従業員を雇用していました。搾乳ロボットの導入により家族のみでの経営が可能となり、搾乳や飼養管理に関わる時間が減少したことから自家生産飼料の増加や、繁殖管理の向上によりET産子の生産ができるようになりました。

本技術体系は、西南暖地などの暑熱の影響により採食量の低下、乳量の減少、疾病発生などの生産性低下が問題となる地域において、搾乳ロボットを有効に活用するための飼養管理技術です。

技術導入にあたっての留意点：

実証調査を行った農場は、ミルクファースト形式牛舎であったことから、異なる形式の牛舎では飼料摂取のタイミングが異なるため、本技術の導入による同等の効果が得られない可能性があります。

本技術体系で新規開発した搾乳ロボット内での専用濃厚飼料は、配合割合の変更により調整コストが増加しました。一方、PMRに関しては自家生産サイレージを中心に調整したため、購入粗飼料の使用に比較して飼料コストを減少させることができました。これらのことから、本開発技術を導入するにあたっては、良質な自給飼料を持たない農場では、技術導入前の飼料コストを検討しておく必要があります。

近年は日本全国で温暖化が進んでいることから、本技術体系による暑熱対策は西南暖地だけでなく、日本全国で利用することができる飼育管理であると言えます。しかし、牛舎内の扇風機の数、ミスト散布装置の設置場所などは農場の牛舎構造により異なるため、技術を導入する前には畜舎環境（採光や牛舎内の風の流れなど）を考慮する必要があります。

研究担当機関名：

国立大学法人鹿児島大学、鹿児島県農業開発総合センター畜産試験場、フィード・ワン株式会社

お問い合わせは：（国）鹿児島大学共同獣医学部

電話：099-285-8737

E-mail：ando@vet.kagoshima-u.ac.jp

執筆分担：（鹿児島大学 安藤貴朗、フィード・ワン株式会社 中村剛志）