

亜熱帯地域における防暑対策に関する試験

(5) 冷房試験

伊 福 正 春 新 田 宗 博[※]
 金 城 善 宏 玉 城 幸 信

I はじめに

夏期の高湿多湿が乳牛の生理機能の減退を起し、食欲、泌乳量が低下するといわれている。当場^{1) (4) (5) (7)}においては、今までに「送風による方法」、「冷水散布による方法」「送風+冷水散布による方法」と3回にわたって、移転前の南風原町新川において試験を行ってきた。

今回は、冷房による効果について試験を実施したので、移転前の牛舎と今回の牛舎との比較も含めて報告する。

II 試験材料及び方法

1. 試験期間

表-1 のとおりで 1982 年 7 月 5 日～9 月 18 日までとした。

2. 供試牛

供試牛は表-2 のとおりで、ホルスタイン種搾乳牛、2 群 4 頭とし、試験方法は 1 群 2 頭による反転法とした。

表-1 試験方法および期間

群	牛名	期間 月/日	I 期	II	III	IV
			7/5 ~ 7/18	7/26 ~ 8/8	8/16 ~ 8/29	9/6 ~ 9/18
A 区	D-14 [※]	D-15	冷房区	対照区	冷房区	対照区
B 区	C-1、	D-13	対照区	冷房区	対照区	冷房区

※ D-14、又は C-1 は n₁、D-15 又は D-13 は n₂ とする。

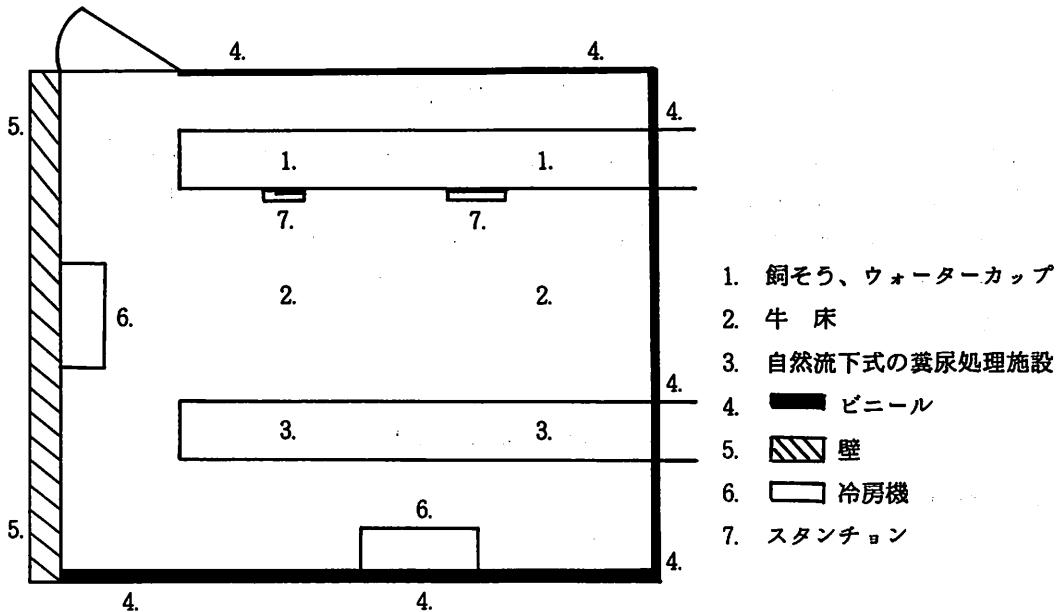
表-2 供試牛の概要

区分	牛 No	名	号	生年月日	産次	分娩月日	乳量	体重
A 区	D-14	プロビン	クリスタン	ヤナギ	1976. 8. 16	4	1982. 3. 24	23.5 ^{kg} 482 ^{kg}
	D-15	モール	チーズ	クリスタン	インガ	1976. 9. 17	3	" 2. 5 15.6 507
B 区	C-1	サリー	テキサル	クリッパー	ヤマシロ	1976. 3. 9	4	1981. 10. 20 15.5 726
	D-13	ヨシハナ	マドキャップ	ランブラー		1976. 10. 23	2	" 12. 18 16. 1 557

※ 沖縄県肉用牛生産供給公社

3. 冷房牛舎の構造、温度設定

- (1) 冷房牛舎は図一1のとおりで牛舎の一角をビニールによって外気とシャ断した。
- (2) 冷房機は1600～1800 kcal/h と4000～4500 kcal/h の2機設置し、冷房温度は外気温より2～3℃低く設定した。



図一1 冷房牛舎

4. 飼料給与量

飼料給与量は日本飼養標準TDN要求量の120%とし、ネピアグラス40kg、ローズグラス乾草5kg、不足分は濃厚飼料（乳牛用配合飼料）とした。

5. 調査項目及び測定時間

(1) 畜舎内・外および冷房牛舎の温湿度

毎日8時30分、10時30分、12時30分、14時30分、16時30分、18時30分、20時30分、23時の合計8回、自動自記温湿度計により測定した。

(2) 乳量、乳質（乳脂率、無脂固形分率、および蛋白質率）

乳量はミルクメーターにより毎日測定し、乳質はミルクスキャン104により各期毎に測定した。

(3) 体温、呼吸数、および脈搏数

測定時間は、上記の温湿度と同時刻とし、体温は家畜用体温計を直腸内に、約10cm挿入して約5分後に読みとり、呼吸数は腹部の呼吸運動により、脈搏数は尾動脈の搏動によって、それぞれ1分間当りの測定値を求めた。

測定は供試牛の起立肢勢において行った。

(4) 養分摂取状況

(5) 体 重

1ヶ月毎に測定した。

(6) 血清学的検査

20日毎に測定した。

上記の測定及び飼養管理時刻は、表-3のとおりである。

台風のため8月24日～27日は畜舎内・外及び冷房牛舎の温湿度、呼吸数、体温、脈搏数の測定は中止した。乾乳準備のため、「C-1号牛」の9月16～18日、「D-13号牛」の9月17日、18日の測定は中止した。

表-3 測定及び飼養管理時間

1. けい留場所																					
対照牛-舎飼い																					
試験牛-8時30分より19時45分までは冷房牛舎で、ほかは舎飼いとした。																					
2. 冷房時間		8:30開始				19:00終了															
8時30分～19時		▽				▽															
3. 牛舎内外冷房牛舎温湿度																					
体温、呼吸数、脈搏		8:30	10:30	12:30	14:30	16:30	18:30	20:30	23:00												
数、の測定時間		▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽	▽												
4. 飼料給与時間		9:00 濃厚飼料		13:00 濃厚飼料	15:00 ネピアグラス																
ローズグラス乾草給与		▽		▽	▽																
5. 搾乳時間		7:00～8:00				18:45～19:45															
		▽				▽															
		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
		時間																			

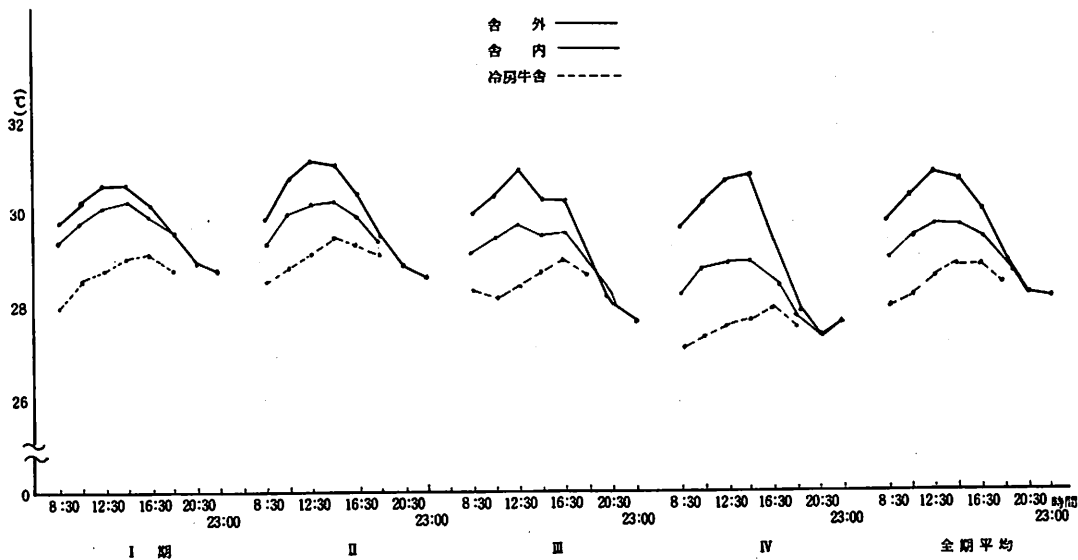
III 試験結果および考察

1. 畜舎内・外および冷房牛舎の温湿度の変化

温度の日内変化は図-2、表4のとおりで、12時30分～14時30分を頂点とする山型を示し、最高温度は舎外31.7℃、舎内29.5℃、冷房牛舎27.7℃でそれぞれ2℃程度の差があった。

これまで、防暑対策の試験をした移転前の牛舎（旧牛舎とする）と今回の牛舎（新牛舎とする）の牛舎内・外温度の日内変化を比較すると旧牛舎は夜間においても舎内温度が高いままであるのに対し、新牛舎は舎外温度と同じように下がった。このように新牛舎が防暑の面からすぐれている原因としては、高台にあり立地条件が良いこと、牛舎の構造がモニター式で軒が高く壁が少ないことが考えられる。

温度の日内変化は、図-3、表-5に示すとおりで、12時30分を最低とする谷型を示し、舎外、舎内、冷房牛舎の最低湿度は64.6%、71.5%、71.4%であった。



図一 畜舎内・外および冷房牛舎の温度変化

表一 畜舎内・外および冷房牛舎の温度変化

(単位：℃)

時間		I	II	III	IV	平均	舎外-舎内 舎内-冷房
8:30	舎外	29.6	29.7	29.9	29.3	29.6	1.6 2.1
	舎内	28.7	28.6	28.2	26.4	28.0	
	冷房	25.9	27.0	26.5	24.1	25.9	
10:30	舎外	30.6	31.5	30.7	30.5	30.8	1.8 2.6
	舎内	29.6	30.0	28.9	27.5	29.0	
	冷房	27.2	27.6	26.3	24.6	26.4	
12:30	舎外	31.2	32.3	31.9	31.3	31.7	2.2 2.3
	舎内	30.3	30.4	29.4	27.8	29.5	
	冷房	27.6	28.3	26.9	26.1	27.2	
14:30	舎外	31.2	32.1	30.6	31.6	31.4	1.9 1.8
	舎内	30.5	30.5	29.0	27.9	29.5	
	冷房	28.1	29.0	27.4	26.3	27.7	
16:30	舎外	30.4	30.9	30.6	29.0	30.2	1.2 1.3
	舎内	29.9	29.9	29.1	27.1	29.0	
	冷房	28.3	28.7	27.9	25.9	27.7	
18:30	舎外	29.2	29.0	28.2	26.2	28.2	0.3 0.9
	舎内	29.2	28.7	28.0	25.8	27.9	
	冷房	27.6	28.2	27.3	25.0	27.0	
20:30	舎外	27.8	27.7	26.1	24.6	26.6	0
	舎内	27.8	27.9	26.4	24.4	26.6	
	冷房						
23:00	舎外	27.5	27.2	25.4	25.2	26.3	0
	舎内	27.4	27.2	25.7	24.9	26.3	
	冷房						

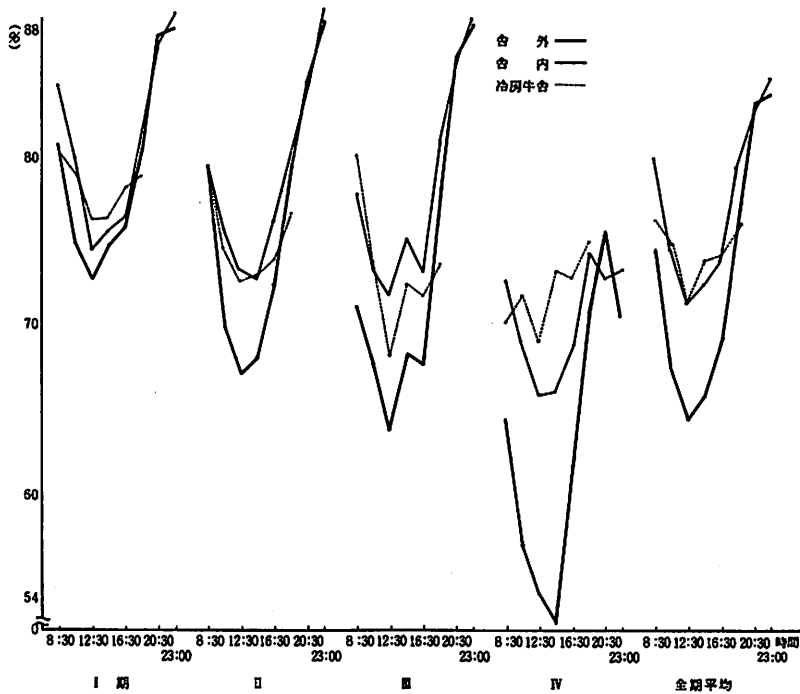


図-3 畜舎内・外および冷房牛舎の湿度変化

表-5 畜舎内・外および冷房牛舎の湿度変化

(単位:%)

時間		I 期	II	III	IV	全期平均	舍外-舍内 舍内-冷房
8:30	舍外	81.0	79.6	71.2	64.5	74.0	- 6.2 2.7
	舍内	84.5	84.6	78.0	73.8	80.2	
	冷房	80.3	79.0	80.3	70.3	77.5	
10:30	舍外	75.8	70.1	67.9	57.1	67.7	- 7 - 0.3
	舍内	80.1	75.9	73.5	69.1	74.7	
	冷房	79.3	74.6	74.0	72.0	75.0	
12:30	舍外	72.9	67.3	63.9	54.2	64.6	- 6.9 0.1
	舍内	74.6	73.5	71.9	66.1	71.5	
	冷房	76.5	72.8	68.3	68.2	71.4	
14:30	舍外	74.9	68.2	68.4	52.5	66.0	- 6.6 - 1.4
	舍内	75.8	73.0	75.3	66.2	72.6	
	冷房	76.6	73.2	72.6	73.5	74.0	
16:30	舍外	76.0	72.6	67.8	61.8	69.5	- 4.4 - 0.5
	舍内	76.6	76.4	73.5	69.0	73.9	
	冷房	78.3	74.2	71.9	73.0	74.4	
18:30	舍外	80.8	79.5	78.4	72.7	77.9	- 1.8 3.4
	舍内	80.6	82.3	81.2	74.6	79.7	
	冷房	79.1	76.9	73.9	75.2	76.3	
20:30	舍外	87.6	84.8	86.3	75.8	83.6	0.6
	舍内	87.3	85.7	86.0	73.0	83.0	
23:00	舍外	88.8	88.4	88.2	70.7	84.0	- 1.1
	舍内	88.9	89.2	88.5	73.6	85.1	

2. 乳量、乳質

乳量は、表-6のとおりで、冷房区 13.7 kg、対照区 13.6 kg でありほぼ同じであった。紫田^{s)}は、冷房の効果は24℃以下の時にできると述べていることから、今回の結果は冷房温度が高すぎたために冷房効果がでなかったと思われる。

乳脂率、無脂固形分率、蛋白質率は表-7のとおりで、乳脂率は、冷房区 3.50%、対照区 3.51%、無脂固形分率は冷房区 8.30%、対照区 8.29%、蛋白質率は冷房区 3.04%、対照区 3.06% でありほぼ等しかった。

表-6 乳 量

						(kg)
区分	期 別	I	II	III	IV	全期間平均**
冷房区	牛-n ₁ **	22.0	10.0	19.2	5.2	13.7
	牛-n ₂	15.5	11.9	13.5	9.2	
	平均	18.7	11.0	16.4	7.2	
対照区	牛-n ₁	13.5	20.4	7.2	19.2	13.6
	牛-n ₂	13.3	13.5	8.6	13.9	
	平均	13.4	16.9	7.9	16.6	

* n₁はD-14又はC-1、n₂はD-15又はD-13とした。

** 全期間平均 = $\frac{\text{乳量}}{\text{日数}}$

表-7 乳 質

						単位 (%)	
区分	期 別	I	II	III	IV	全期平均	
乳脂率	冷房区	牛-n ₁ **	3.24	3.61	3.45	4.23	3.50
		牛-n ₂	3.04	3.81	3.21	4.12	
		平均	3.13	3.71	3.33	4.18	
	対照区	牛-n ₁	3.12	3.45	4.17	3.57	3.51
		牛-n ₂	3.46	3.13	3.75	3.83	
		平均	3.29	3.29	3.96	3.70	
無脂固形分率	冷房区	牛-n ₁	8.01	8.54	8.17	8.94	8.30
		牛-n ₂	8.00	8.44	8.02	8.85	
		平均	8.01	8.49	8.09	8.89	
	対照区	牛-n ₁	8.26	8.11	8.46	8.29	8.29
		牛-n ₂	8.25	8.10	8.81	8.08	
		平均	8.25	8.10	8.63	8.19	
蛋白質率	冷房区	牛-n ₁	2.76	3.18	2.95	3.68	3.04
		牛-n ₂	2.69	3.21	2.86	3.66	
		平均	2.72	3.20	2.90	3.67	
	対照区	牛-n ₁	3.00	2.91	3.32	3.10	3.06
		牛-n ₂	3.71	2.83	3.57	2.95	
		平均	3.35	2.87	3.45	3.02	

* n₁はD-14又はC-1、n₂はD-15又はD-13とした。

3. 体温、呼吸数および脈搏数

(1) 体温の日内変化は、図-4、表-8のとおりで、両区とも16時30分を最高とする山型をなしていた。16時30分が高くなった理由としては、ネピアグラス採食の影響があったと思われる。

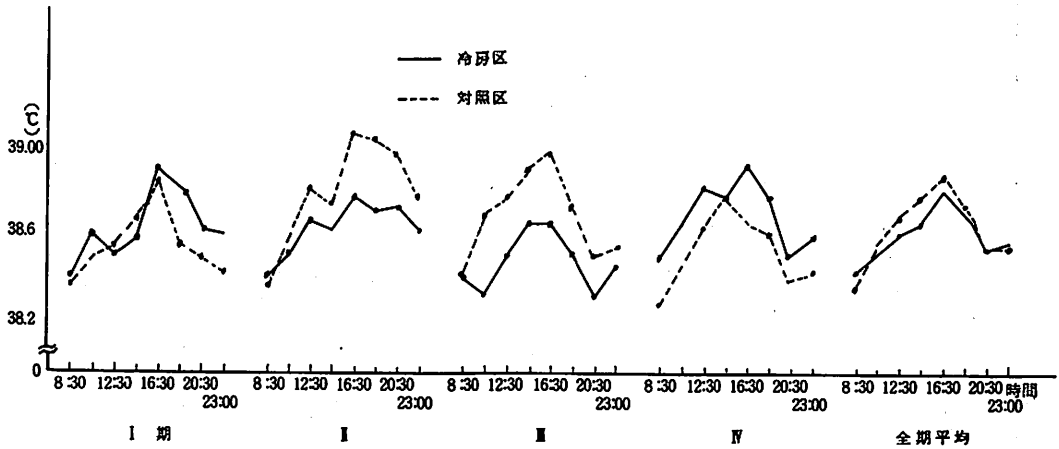


図-4 体温の日内変化

表-8 体温の日内変化

(単位 °C)

時間	区分	I 期	II	III	IV	全期平均	冷房-対照
8時30分	冷房区	38.42	38.43	38.41	38.51	38.44	+ 0.07
	対照区	38.38	38.38	38.43	38.30	38.37	
10時30分	冷房区	38.61	38.53	38.41	38.67	38.56	- 0.02
	対照区	38.55	38.60	38.70	38.47	38.58	
12時30分	冷房区	38.52	38.67	38.52	38.82	38.63	- 0.07
	対照区	38.56	38.82	38.78	38.64	38.70	
14時30分	冷房区	38.60	38.63	38.66	38.79	38.67	- 0.11
	対照区	38.69	38.75	38.90	38.78	38.78	
16時30分	冷房区	38.90	38.78	38.66	38.93	38.82	- 0.08
	対照区	38.90	39.06	38.97	38.68	38.90	
18時30分	冷房区	38.82	38.72	38.52	38.79	38.71	- 0.04
	対照区	38.58	39.04	38.74	38.62	38.75	
20時30分	冷房区	38.64	38.74	38.33	38.52	38.56	0
	対照区	38.52	38.77	38.52	38.41	38.56	
23時	冷房区	38.62	38.55	38.46	38.61	38.56	+ 0.01
	対照区	38.44	38.74	38.56	38.44	38.55	

呼吸数の日内変化は図-5、表-9に示すとおりで、冷房区が低い傾向があり20時30分においては、5%の危険率で有意な差があった。

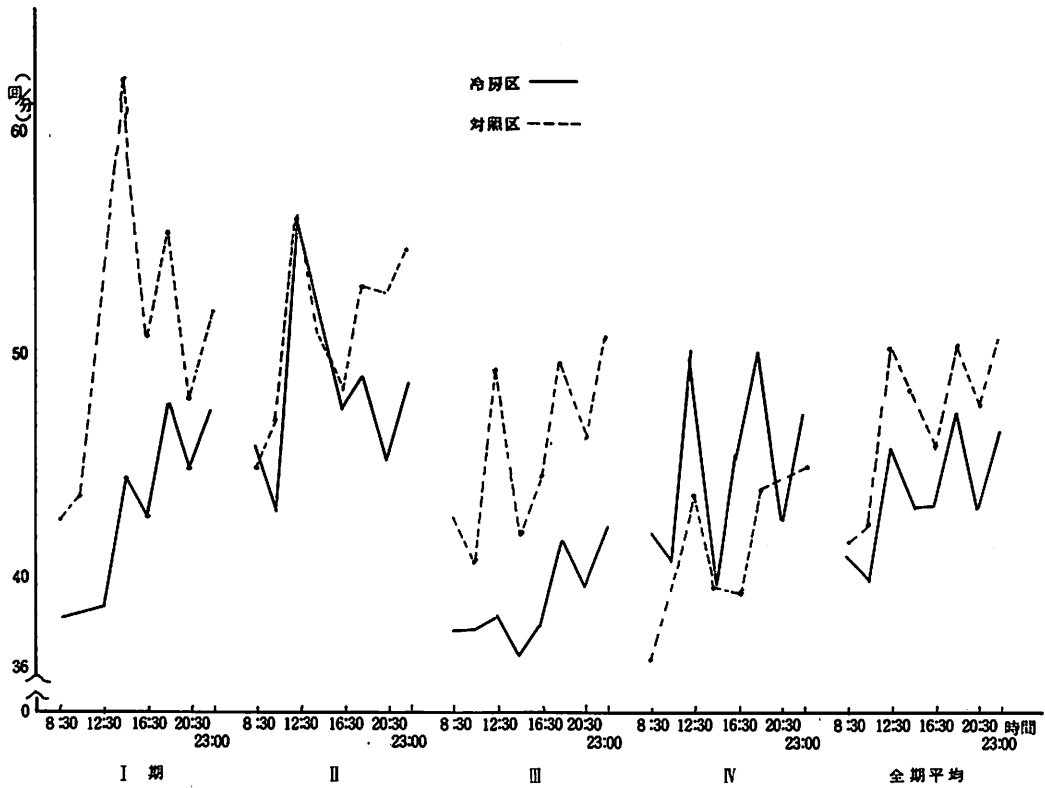


図-5 呼吸数の日内変化

表-9 呼吸数の日内変化

		(回/分)					
時間	区分	I期	II	III	IV	全期平均	冷房-対照
8時30分	冷房区	38.2	46.0	37.6	42.0	41.0	- 0.6
	対照区	42.5	44.9	42.7	36.3	41.6	
10時30分	冷房区	38.5	42.5	37.6	40.8	39.9	- 2.6
	対照区	42.8	47.2	40.5	39.6	42.5	
12時30分	冷房区	38.8	56.2	38.1	50.3	45.9	- 4.5
	対照区	51.7	56.7	49.5	43.8	50.4	
14時30分	冷房区	44.6	51.9	36.5	39.7	43.2	- 5.3
	対照区	62.4	50.7	41.6	39.4	48.5	
16時30分	冷房区	42.0	47.5	37.9	45.6	43.3	- 2.5
	対照区	50.8	48.4	44.5	39.3	45.8	
18時30分	冷房区	47.8	49.1	41.5	51.3	47.4	- 3.3
	対照区	55.6	53.1	49.9	44.0	50.7	
20時30分	冷房区	44.9	45.2	39.6	42.6	43.1	※ - 4.7
	対照区	47.9	52.9	46.1	44.4	47.8	
23時	冷房区	47.6	48.9	42.3	47.5	46.6	- 4.1
	対照区	52.0	54.7	50.9	45.0	50.7	

※ P < 0.05

両区とも午前中は低く午後は高い傾向があった。また午後の変化は両区とも12時30分、18時30分、23時は高く、14時30分～16時30分と20時30分は低いW字状の変化であった。

脈搏数の日内変化は図-6、表-10のとおりで、16時30分と10時30分を頂点とする大小2つの山形を示していた。10時30分と16時30分に増えた原因は石井の報告¹⁾と同じで、採食によるものと思われる。

また、両区はほぼ等しく、冷房による影響は認められなかった。

4. 養分摂取率

養分摂取率は表-11のとおりでTDNは両区共113%、DCPは156%と157%、体重に対するDM摂取率は両区共2.8%で、いずれも差はみられなかった。

5. 体重の推移

体重の推移は表-12のとおりで、妊娠後期である「C-1号」、「D-13号」は39kg、88kgの増加があり、妊娠中期である「D-14号」は25kgの増加があったのに対し、未妊娠牛である「D-15号」は5kg減少していたが各牛とも特に異常はみられなかった。

6. 血清学的検査

血清学的検査は表-13のとおりで、いずれもほぼ正常値の範囲であった。

以上の成績から冷房による経済的な効果はみられなかったが、冷房温度の設定の面から検討する必要がある。

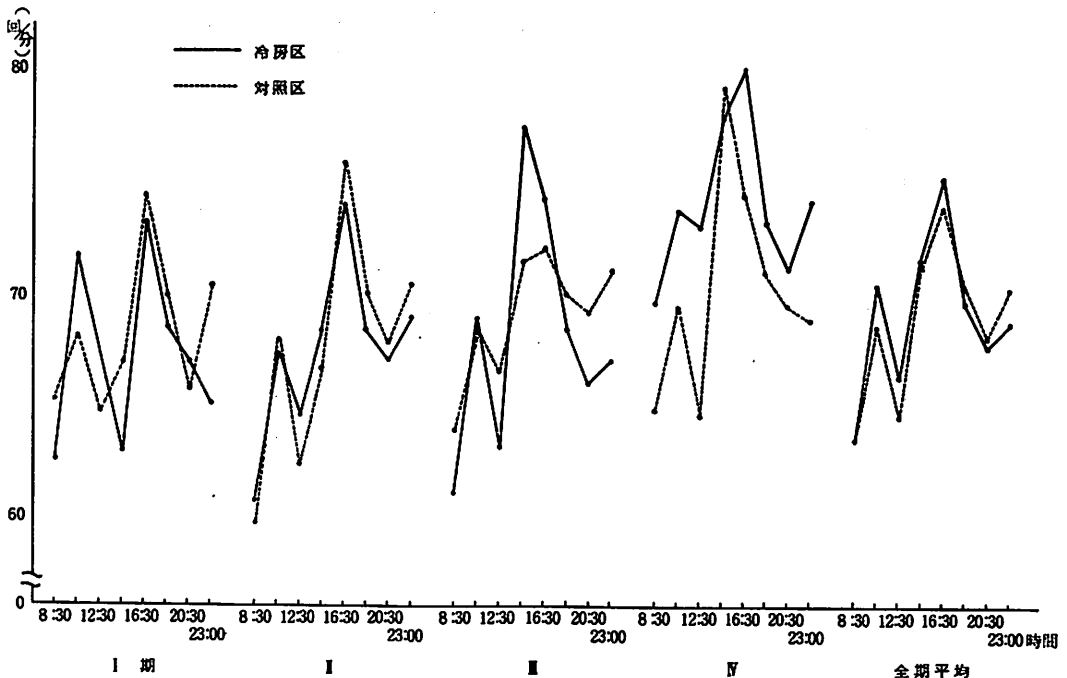


図-6 脈搏数の日内変化

表-10 脈搏数の日内変化

(単位 回/分)

時間	区分	I期	II	III	IV	全期平均	冷房-対照
8時30分	冷房区	62.6	60.7	61.0	69.6	63.5	0
	対照区	65.3	59.8	63.9	64.8	63.5	
10時30分	冷房区	71.7	67.4	68.9	73.7	70.4	+2.7
	対照区	68.1	65.0	68.3	69.4	67.7	
12時30分	冷房区	64.5	64.6	63.1	73.0	66.3	+1.8
	対照区	64.7	62.3	66.5	64.5	64.5	
14時30分	冷房区	63.0	68.3	77.4	77.8	71.6	0.4
	対照区	67.0	66.7	71.4	79.2	71.2	
16時30分	冷房区	73.2	74.0	74.1	80.0	75.3	+1.4
	対照区	74.4	74.9	72.0	74.4	73.9	
18時30分	冷房区	68.5	68.4	68.5	73.2	69.7	-0.6
	対照区	69.9	70.4	70.0	71.0	70.3	
20時30分	冷房区	67.0	67.0	65.9	71.1	67.8	-0.3
	対照区	65.8	67.8	69.2	69.5	68.1	
23時	冷房区	65.1	72.4	67.0	74.1	69.7	-0.5
	対照区	70.1	70.4	71.3	68.8	70.2	

表-11 養分摂取率

(単位%)

養分	区分	I期	II	III	IV	全期平均	冷房-対照	
* T D N	冷房区	牛-n ₁ **	119	109	116	115	113	0
		牛-n ₂	116	104	109	113		
		平均	118	107	113	114		
	対照区	牛-n ₁	116	110	114	117	113	
牛-n ₂	115	108	113	113				
平均	115	109	113	115				
D C P	冷房区	牛-n ₁	157	161	155	171	156	1
		牛-n ₂	152	145	143	159		
		平均	155	153	150	165		
	対照区	牛-n ₁	168	149	170	156	157	
牛-n ₂	155	145	159	147				
平均	162	148	164	152				
D M 体重 × 100	冷房区	牛-n ₁	3.9	2.2	3.6	2.0	2.8	0
		牛-n ₂	3.1	2.4	2.7	2.4		
		平均	3.5	2.3	3.1	2.2		
	対照区	牛-n ₁	2.4	3.6	2.1	3.5	2.8	
牛-n ₂	2.9	2.8	2.5	2.9				
平均	2.6	3.2	2.3	3.2				

* 飼料成分値 (単位%)

	D C P	T D N	D M
ネピアグラス	1.4	11.1	18.3
ローズグラス乾草	4.3	40.4	86.4
全酪 2号	14.0	70.0	87.0

** n₁ = D-14又はC-1、n₂ = D-15又はD-13とした。

表-12 体重の推移

測定年月日					(単位 kg)	
	57. 6. 25	7. 27	8. 27	9. 28	増体量	平均体重
C-1	726	722	750	765	39	740.8 ± 20.4
D-13	557	592	606	645	88	600.0 ± 36.4
D-14	482	483	506	507	25	494.5 ± 13.9
D-15	507	509	503	502	-5	505.5 ± 3.3

表-13 血清学的検査

		C-1	D-13	D-14	D-15	正常値
血清蛋白	g/dl	7.5	7.8	6.9	7.0	6.0~7.5
A/G		0.8	0.7	1.1	1.0	0.7~1.1
総コレステロール	mg/dl	88.8	101.8	120.4	119.6	100~200
カルシウム	mg/dl	8.9	9.6	9.0	9.9	9~12
無機リン	mg/dl	7.3	5.5	5.8	5.6	5~8
尿素窒素	mg/dl	12.4	11.9	12.6	12.0	10~15
GOT	ku	62.9	75.8	63.9	60.9	45~100
GPT	ku	22.5	29.1	30.9	29.8	15~28

IV 要 約

乳用牛 4 頭を供して牛舎冷房による防暑対策を目的として試験を行なった結果の要約は次のとおりである。

1. 畜舎内・外および冷房牛舎の温度は、12時30分~14時30分を最高とする山型を示し、湿度は12時30分を最低とする谷型を示した。
2. 乳量は冷房区 13.7 kg、対照区 13.6 kg、乳脂率は、冷房区 3.50%、対照区 3.51%で、冷房による効果はみられなかった。
3. 体温と脈搏数は、両区共ほぼ等しく、冷房による効果はみられなかった。呼吸数は、冷房区が低い傾向があり冷房による効果が見られた。
5. 養分摂取率は、両区共ほぼ同じ値で、冷房による効果はみられなかった。
6. 体重の変化、血清学的検査では、4頭とも異常がみられなかった。

以上のことから、今回の成績では、冷房による経済的效果はみられなかったが、冷房温度の設定の面からさらに検討してみる必要がある。

謝 辞

血清学的検査と乳質検査に協力して下さった沖縄県北部家畜保健衛生所の高吉克典氏、沖縄県

酪農協同組合の久場良保氏に深く感謝する。

V 文 献

- 1)、石井尚一、高温時におけるホルスタイン雌牛の体温、脈搏数および呼吸数の変動に関する研究、九州農試彙報9、4号、399～491、1964。
- 2)、新田宗博他6名、亜熱帯における防暑対策に関する試験、(3)冷水散布、沖畜試研究報告19号、49～62、1981。
- 3)、新田宗博他8名、亜熱帯における防暑対策に関する試験、(4)送風+冷水散布、沖畜試研究報告20号、1～11、1982。
- 4)、岡本昌三他3名、乳牛の生理機能におよぼす暑熱の影響に関する研究、九州農試彙報11、3・4、183～243、1965。
- 5)、柴田正貴、高温環境下における乳牛のエネルギー代謝と乳生産、九州農試報告23、2、253～319、1983。
- 6)、山内修他1名、乳量生産実態調査、沖畜試研究報告18、77～78、1980。
- 7)、山内修他3名、亜熱帯地域における防暑対策に関する試験 (1) 乳牛の生理機能に及ぼす暑熱の影響に関する調査研究、沖畜試研究報告18、31～41、1980。
- 8)、社団法人、日本獣医師会、家畜衛生に必要な 臨床生化学的検査法、1973。