

亜熱帯地域における防暑対策に関する試験

(3) 冷水散布

新田 宗博	山内 修	大城 幸盛
喜屋武 幸紀	長嶺 良光	宮城 正男
伊福 正春	玉城 幸信	

I はじめに

夏期の高温が乳牛の生理機能の減退を起し、食欲、泌乳量、受胎率等が低下するといわれているため、冷水散布による影響を検討するため試験を実施したので報告する。

II 試験材料および方法

1. 試験期間

1980年7月14日～1980年8月22日 42日間

2. 供試牛

ホルスタイン種経産牛

3. 試験区および供試頭数

試験区および供試頭数は、表-1のとおりである。

表-1 供試牛

区分	牛名	生年月日	産歴	分娩月日
処理区	A-4	1972年4月10日	6産	1980年3月28日
	B-10	1973年7月2日	4産	1979年10月14日
	D-15	1976年9月17日	1産	1979年9月5日
対照区	B-6	1973年7月1日	4産	1979年9月17日
	D-12	1976年11月30日	2産	1979年12月14日
	D-14	1976年8月16日	2産	1980年3月24日

4. 供試飼料および給与量

給与量は、TDNで日本飼養標準の110%で、粗飼料は、ネピアグラスを50kg、残りを濃厚飼料（乳牛用配合飼料）で給与した。

5. 冷水散布時間

11時15分～12時 14時15分～15時

17時15分～18時

※ 沖縄県畜産課

6. 冷水温度、散布量、位置、方法

冷水温度は20℃、散布量は1分間に1頭当り1.5ℓ、農業散布用3頭口ノズルを1頭に2個ずつ、牛体上50cmに設置した。散布方法は図-1に示しているとおりでである。

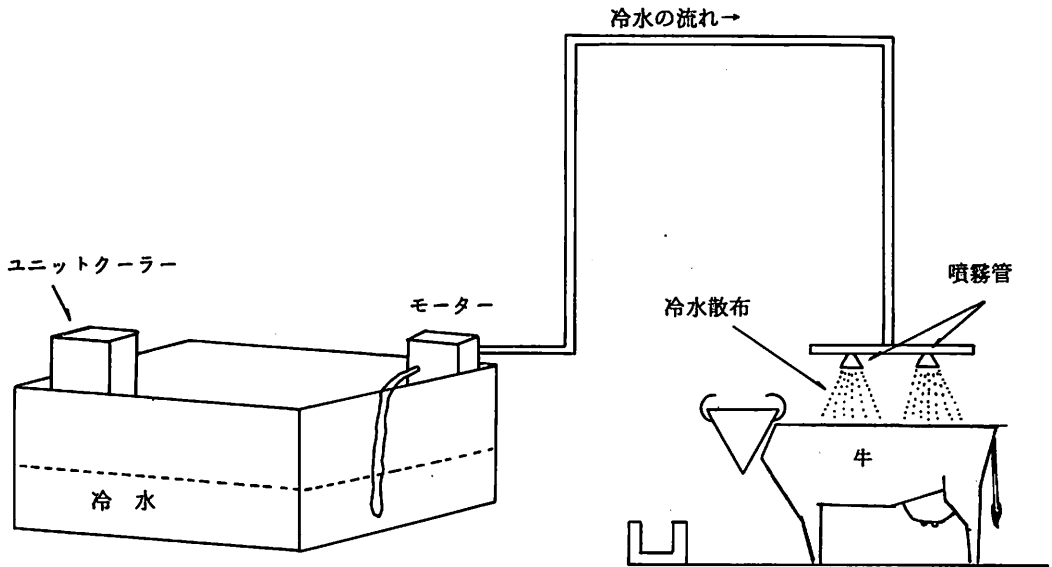


図-1 冷水散布方法

7. 調査項目

畜舎内外温湿度、乳量、養分摂取率、体温、脈博数、呼吸数、経済性

8. 調査方法

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、脈博数は尾動脈の搏動により、呼吸数は助膜部の呼吸運動によって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なった。畜舎内外温湿度の測定は棒状温湿度計を使用した。

Ⅲ 調査結果および考察

1. 畜舎内外温湿度の変化

畜舎内外温湿度の変化は表-2、3および図-2のとおりである。

表-2 畜舎内外温度

(単位°C)

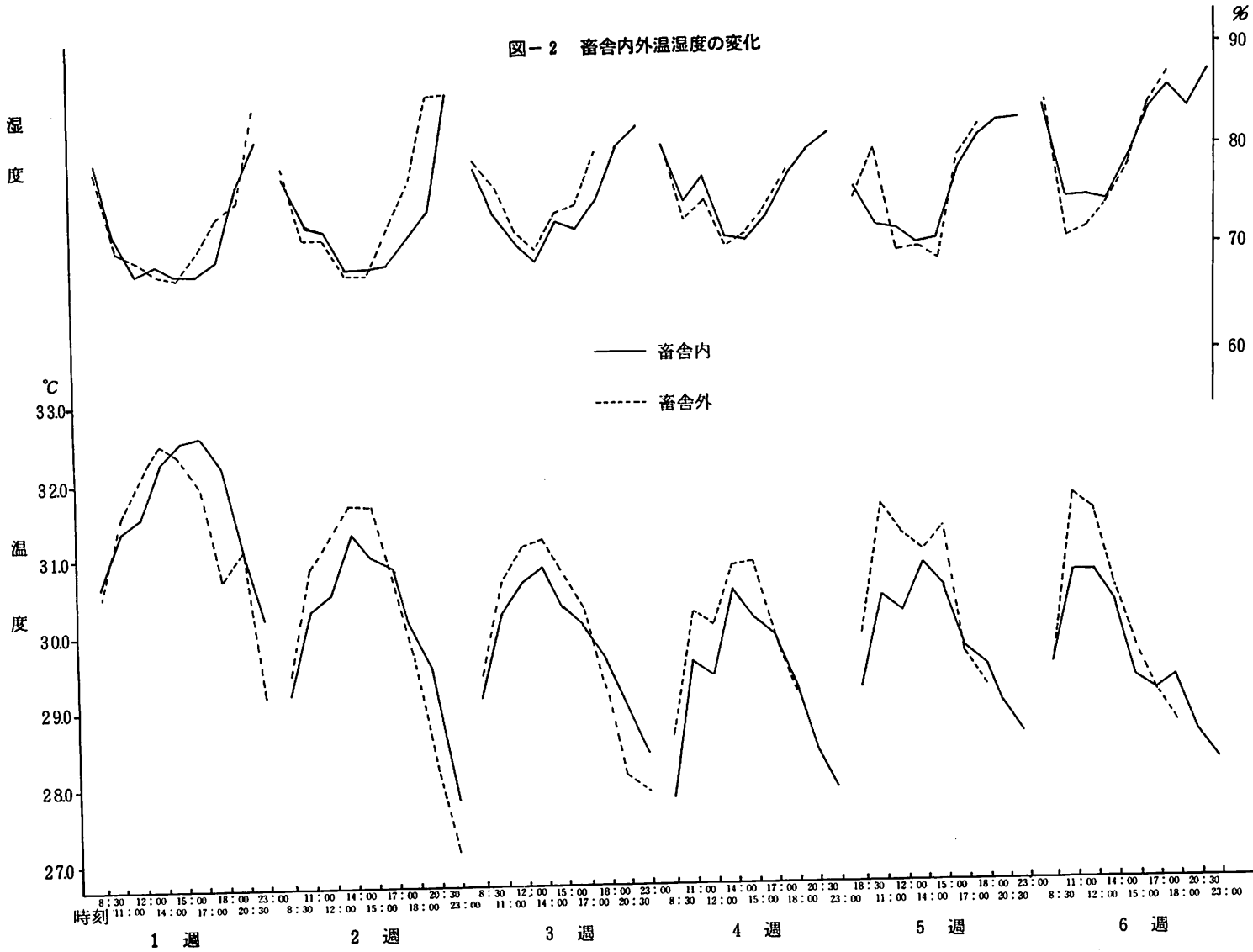
時 間	区 分	1 週	2 週	3 週	4 週	5 週	6 週
8時30分	舎 外	30.52	29.46	29.42	28.60	29.90	29.60
	舎 内	30.63	29.20	29.13	27.80	29.20	29.50
11時	舎 外	31.56	30.84	30.64	30.25	31.60	31.70
	舎 内	31.38	30.28	30.24	29.54	30.40	30.70
12時	舎 外	32.10	31.28	31.10	30.06	31.20	31.50
	舎 内	31.55	30.52	30.62	29.38	30.20	30.70
14時	舎 外	32.50	31.68	31.20	30.82	31.00	30.50
	舎 内	32.27	31.28	30.84	30.48	30.80	30.30
15時	舎 外	32.30	31.64	30.74	30.87	31.30	29.70
	舎 内	32.53	31.02	30.30	30.13	30.50	29.30
17時	舎 外	31.90	30.70	30.28	29.90	29.60	29.10
	舎 内	32.60	30.84	30.06	29.88	29.70	29.10
18時	舎 外	30.72	29.60	29.28	29.15	29.20	28.70
	舎 内	32.25	30.10	29.66	29.25	29.50	29.30
20時30分	舎 外	31.10	28.20	28.10	-	-	-
	舎 内	31.15	29.55	29.03	28.40	29.00	28.60
23時	舎 外	29.16	27.13	27.90	-	-	-
	舎 内	30.20	27.84	28.40	27.92	28.60	28.20

表-3 畜舎内外湿度

(単位%)

時 間	区 分	1 週	2 週	3 週	4 週	5 週	6 週
8時30分	舎 外	77.9	78.4	78.6	79.8	74.5	83.6
	舎 内	78.9	77.2	78.0	80.0	75.5	83.4
11時	舎 外	70.3	71.0	76.2	72.5	69.2	70.4
	舎 内	71.5	72.4	73.2	74.4	71.8	74.2
12時	舎 外	69.3	71.0	71.6	74.6	69.2	71.2
	舎 内	67.9	71.8	70.4	76.8	71.4	74.4
14時	舎 外	67.8	67.5	69.8	69.6	69.5	73.8
	舎 内	68.7	68.0	68.6	70.8	69.8	74.0
15時	舎 外	67.4	67.5	73.3	71.3	68.3	77.3
	舎 内	67.8	68.2	72.5	70.5	70.3	77.8
17時	舎 外	70.0	72.0	74.0	73.8	78.4	83.2
	舎 内	67.8	68.5	71.8	72.6	77.2	82.8
18時	舎 外	73.2	76.3	79.4	77.3	81.4	86.2
	舎 内	69.2	71.0	74.6	76.8	80.4	85.0
20時30分	舎 外	75.0	85.0	—	—	—	—
	舎 内	76.3	74.0	79.3	79.2	81.8	83.0
23時	舎 外	84.5	85.3	—	—	—	—
	舎 内	80.9	85.0	81.7	80.8	82.0	86.5

図-2 畜舎内外温度の変化



気温は畜舎内外ともに14時に最高を示す山型をなし、湿度の変化は気温と逆の変化、すなわち14時に最低を示した。8時30分から17時の間は畜舎内外温度より低く、17時から23時の間は逆に畜舎内温度が畜舎外温度より高かった。

2. 乳量の変化

各週の乳量の変化は表-4のとおりである。

表-4 各週の乳量

区分	内分	1週	2週	3週	4週	5週	6週	平均	差(対比)
処理区	実量(kg)	9.07	6.95	8.29	8.70	9.03	8.30	8.39	3.6%
	対比(%)	100.0	76.6	91.4	95.9	99.6	91.6	92.5	
対照区	実量(kg)	11.48	10.12	10.38	10.10	9.94	9.21	10.21	
	対比(%)	100.0	88.2	90.4	88.0	86.6	80.2	88.9	

処理区の平均が8.39kg、対照区の平均が10.21kgで、1週目を100%とした対比は、6週間の平均で処理区92.5%、対照区88.9%と3.6%の差があったが有意な差ではなかった。

3. 養分摂取率

必要養分摂取率は表-5のとおりである。

表-5 養分摂取率

(単位 %)

養分	区分	1週	2週	3週	4週	5週	6週	平均	差
$\frac{DM}{\text{体重}} \times 100$	処理区	2.2	1.9	2.1	2.2	2.2	2.3	2.2	-0.2
	対照区	2.5	2.2	2.4	2.5	2.4	2.4	2.4	
DCP	処理区	151	120	131	136	135	138	135	0
	対照区	150	124	132	134	133	134	135	
TDN	処理区	110	90	100	105	102	106	102	-6
	対照区	119	100	106	108	107	108	108	

対照区が処理区に比べて、体重に対するDM摂取率で0.2%、TDNで6%それぞれ高かった。これは冷水散布時において飼槽に水がかかり、粗飼料摂取率が悪くなったと考えられる。このことから冷水散布時において飼槽に水がかからない工夫が必要と思われる。

4. 体温の日内変化

体温の日内変化は表-6 および図-3 のとおりである。

表-6 体温の日内変化

(単位°C)

時 間	区 分	1 週	2 週	3 週	4 週	5 週	6 週	平 均	差
8時30分	処 理 区	39.09	38.94	38.87	38.60	38.60	39.09	38.86	0.00
	対 照 区	39.40	39.16	38.40	38.55	38.57	39.06	38.86	
11時	処 理 区	38.59	38.65	38.46	38.30	38.49	38.84	38.56	0.15
	対 照 区	38.68	38.48	38.07	38.21	38.37	38.62	38.41	
12時	処 理 区	38.39	38.41	38.44	38.27	38.49	38.52	38.42	- 0.14
	対 照 区	38.90	38.65	38.30	38.32	38.45	38.83	38.56	
14時	処 理 区	38.66	38.49	38.37	38.30	38.44	38.42	38.45	- *
	対 照 区	39.23	38.87	38.42	38.45	38.66	38.90	38.76	
15時	処 理 区	38.43	38.46	38.38	38.33	38.33	38.34	38.38	- **
	対 照 区	39.41	38.97	38.51	38.52	38.55	38.91	38.81	
17時	処 理 区	39.09	38.86	38.74	38.79	38.87	38.68	38.84	- 0.31
	対 照 区	39.93	39.22	38.75	39.00	39.01	38.99	39.15	
18時	処 理 区	38.80	38.66	38.58	38.65	38.63	38.50	38.64	- **
	対 照 区	40.33	39.52	38.94	39.10	39.32	39.44	39.44	
20時30分	処 理 区	39.12	39.02	38.95	38.77	38.97	38.96	38.97	- *
	対 照 区	40.33	39.79	39.03	39.29	39.75	40.09	39.71	
23時	処 理 区	39.62	39.08	39.05	38.92	39.12	39.21	39.17	- 0.31
	対 照 区	40.15	39.77	38.75	38.89	39.38	39.94	39.48	

* P<0.05

** P<0.01

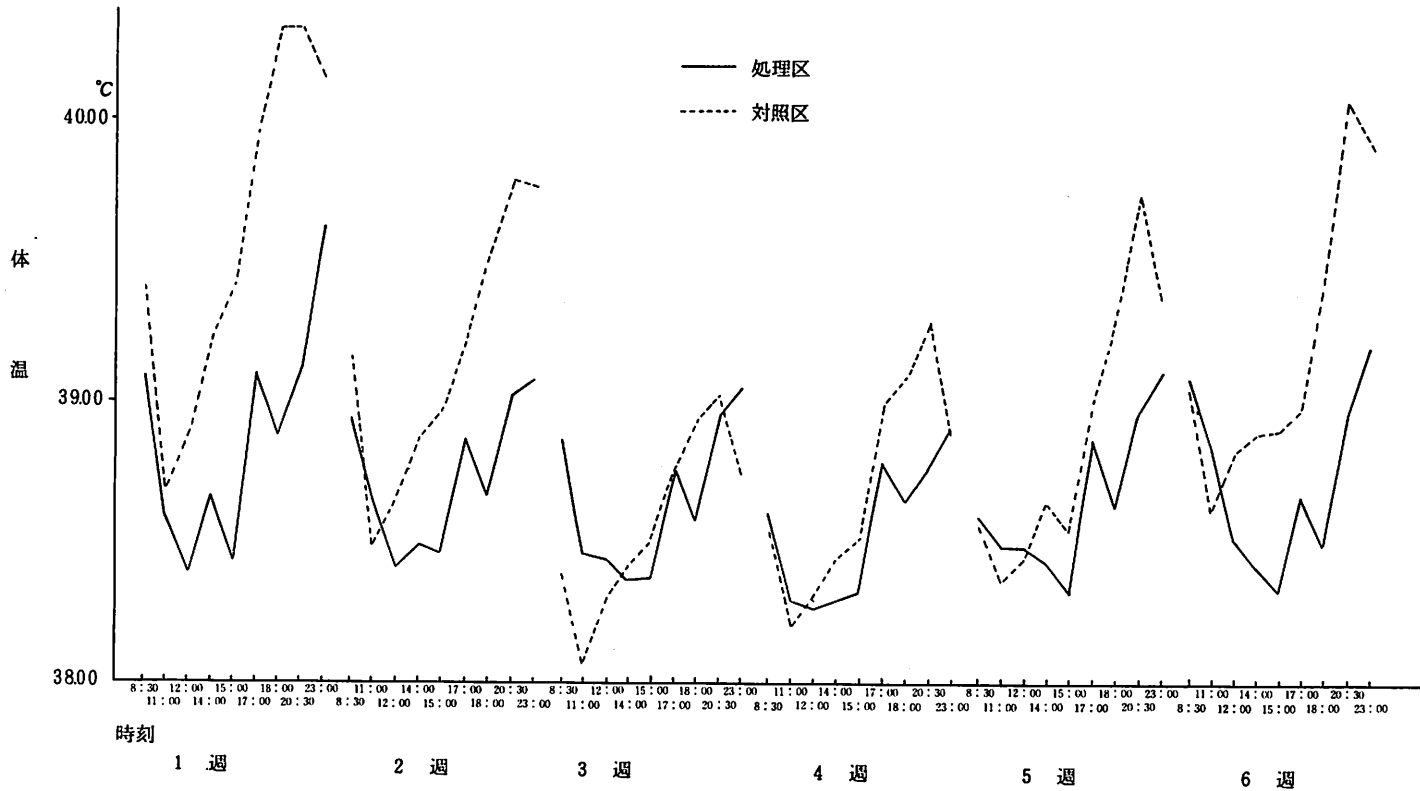


図-3 体温の日内変化

14時、15時、18時、20時30分において処理区が対照区に比べて有意に低かった。一方17時においては有意な差はなかったが、これは当場の慣行である搾乳前の牛体洗浄（9時と15時30分の2回）による影響と思われる。当場の牛体洗浄は、牛体の下腹部、後軀、乳房と牛体の半分近くを洗浄するため、牛体散布的效果を対照区におよぼし、処理区との差が近づいたものと思われる。一方、対照区において20時30分以降に体温の低下がみられ、処理区においては18時以降上昇をつづけている。このことは、23時以降も上昇がなお続くとしても、8時30分における処理区と対照区の差がないことから、ゆるやかな変化をつづけていて、さほど問題はないと思われる。

1)
処理区において15時～17時の間に体温の急な上昇がみられ、17時～18時の間には下降がみられた。石井は、採食の体温におよぼす影響について述べており、採食後、体温の上昇が認められ、特に青草において体温の上昇はより顕著になると述べている。このことから、当場において15時以降に青草（ネピアグラス）を給与し、採食するために体温の上昇がみられると推察される。

5. 脈博数の日内変化

脈博数の日内変化は表-7および図-4のとおりである。

表-7 脈博数の日内変化

(単位 回/分)

時 間	区 分	1 週	2 週	3 週	4 週	5 週	6 週	平 均	差
8時30分	処 理 区	62.5	59.3	61.7	61.3	62.7	67.2	62.5	3.3
	対 照 区	64.9	59.1	57.9	56.5	55.7	61.3	59.2	
11時	処 理 区	62.3	59.1	59.4	58.3	58.6	59.8	59.6	1.5
	対 照 区	65.4	60.0	56.9	53.0	53.7	59.4	58.1	
12時	処 理 区	57.9	53.9	55.8	52.3	52.9	53.7	54.4	- 2.5
	対 照 区	60.1	57.1	54.7	54.5	55.7	59.2	56.9	
14時	処 理 区	62.3	58.1	55.9	56.3	59.0	57.5	58.2	- 1.1
	対 照 区	67.5	60.3	56.3	55.8	57.7	58.2	59.3	
15時	処 理 区	62.7	59.5	52.7	55.3	57.3	56.6	57.4	- 4.0
	対 照 区	72.2	62.9	58.8	58.2	55.8	60.2	61.4	
17時	処 理 区	69.0	64.3	67.2	66.7	66.5	66.0	66.6	- 2.8
	対 照 区	75.5	66.8	64.3	68.2	71.3	70.0	69.4	
18時	処 理 区	72.7	60.9	62.3	63.3	65.2	61.2	64.3	- 4.4
	対 照 区	76.4	68.3	68.9	67.4	70.3	61.1	68.7	
20時30分	処 理 区	67.3	67.8	68.4	66.7	69.9	68.8	68.2	- **
	対 照 区	79.4	69.2	72.3	70.9	79.0	75.8	74.4	
23時	処 理 区	67.2	66.1	71.3	69.7	71.3	71.7	69.6	- 2.2
	対 照 区	74.3	68.2	73.3	73.3	69.8	71.8	71.8	

* P<0.05

** P<0.01

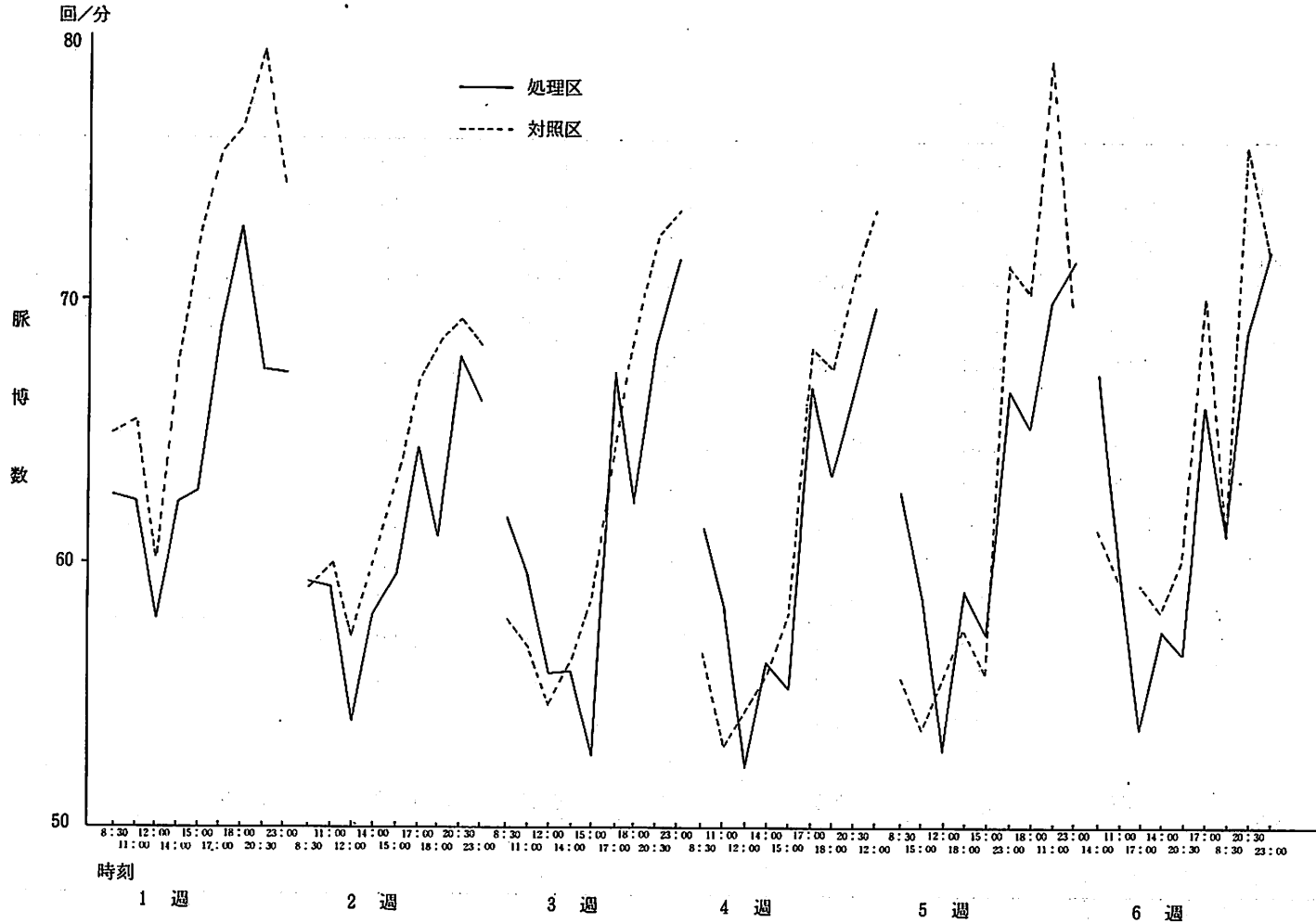


図-4 脈博数の日内変化

20時30分において処理区が対照区に比べて有意に低かったが、その他の時間に両区に差はみられなかった。

6. 呼吸数の日内変化は表-8および図-5のとおりである。

表-8 呼吸数の日内変化

(単位 回/分)

時 間	区 分	1 週	2 週	3 週	4 週	5 週	6 週	平 均	差
8時30分	処 理 区	82.3	75.4	80.1	61.4	61.3	81.7	73.7	15.8
	対 照 区	70.9	68.6	50.3	44.5	45.3	67.6	57.9	
11時	処 理 区	65.8	59.1	56.4	47.1	55.4	65.3	58.2	7.9
	対 照 区	62.7	57.1	40.5	39.4	46.8	55.4	50.3	
12時	処 理 区	43.6	35.5	33.3	32.5	32.7	47.1	37.5	- 14.7 ^{**}
	対 照 区	63.5	59.1	44.3	41.3	44.8	60.0	52.2	
14時	処 理 区	64.3	53.9	52.2	38.9	42.3	51.6	50.5	- 4.0
	対 照 区	71.8	60.9	47.7	40.7	43.1	62.9	54.5	
15時	処 理 区	37.7	38.6	35.5	32.2	32.8	29.7	34.4	- 22.5 ^{**}
	対 照 区	77.3	62.7	52.5	44.5	42.3	61.9	56.9	
17時	処 理 区	68.4	61.0	56.5	49.3	48.0	50.9	55.7	- 2.5
	対 照 区	74.3	70.8	52.9	52.0	45.7	53.4	58.2	
18時	処 理 区	43.1	38.2	33.8	34.4	32.0	36.1	36.3	- 27.2 ^{**}
	対 照 区	82.3	72.9	53.7	51.0	52.9	68.3	63.5	
20時30分	処 理 区	79.1	74.8	70.1	58.5	57.9	64.6	67.5	0.2
	対 照 区	85.6	72.3	54.4	49.3	62.6	79.6	67.3	
23時	処 理 区	93.7	71.3	72.5	65.8	61.0	73.1	72.9	5.2
	対 照 区	84.1	71.3	54.8	54.5	63.0	78.5	67.7	

* P<0.05

** P<0.01

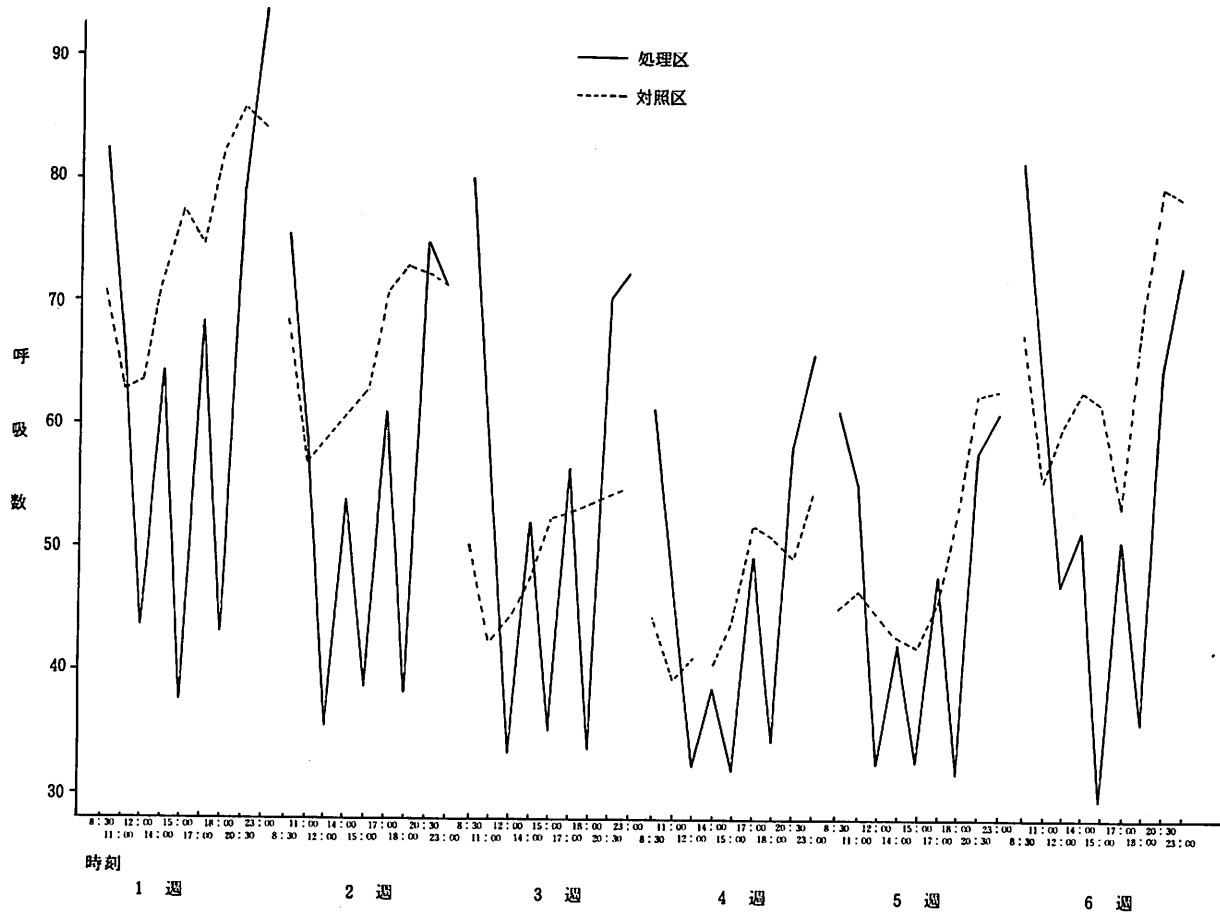


図-5 呼吸数の日内変化

12時、15時、18時において処理区が対照区に比べて少なく、8時30分において処理区が対照区に比べて多かった。このことから冷水散布による呼吸数の低下は認められるにしても、冷水散布終了後18時以降の呼吸数の上昇が翌朝に影響し、8時30分における処理区の高値があり、冷水散布の効果はあるにしても、冷水散布方法の検討の余地を残すものと思われる。

7. 経済性

冷水散布に供した機械は表-9に示したとおりである。

表-9 冷水散布用機械

		型 式	数 量	単価 (円)	金額 (円)	金額 (円)	購入年月日	耐用年数
動 力 散 布 機	噴 (ポンプ)	UP-23	1	50,000	50,000	95,700	1980年 7月	5年
	三 相 モ ー ト ル	1.5 kw	1	22,000	22,000			
	セ ット 台	1人用	1	2,500	2,500			
	高 圧 ホ ー ス	8.5m/m	50m	160	8,000			
	分 水 金 具	8.5m/m	6	400	2,400			
	農 用 散 布 用 ノ ズ ル	五頭口	6	1,200	7,200			
	噴 霧 管		6	600	3,600			
ユ ニ ット ク ー ラー	1.5 kw	1	160,000	160,000	160,000	1973年 3月	5年	

注：耐用年数は、補助事業等により取得した財産の処分期間例示表より

使用機械の経費、消費電力料金、水道料金を試算すると次のとおりである。水を冷すために用いたユニットクーラーは、1973年に購入し使用していたが、近年バルククーラーを購入使用したため、放置されていたものを使用した。耐用年数5年を過ぎているため減価償却を0円とした。冷水散布機（95,700円）の耐用年数は5年で、1年当たり経費は95,000円÷5年=19,140円である。本試験期間の消費電力料金、水道料金についてみると、消費電力料金ではユニットクーラー（1.15kw）は、 $1.15 \text{ kw} \times 10 \text{ 時間} \times 42 \text{ 日} \times 13 \text{ 円} 76 \text{ 銭} \times 1.05 = 6,978 \text{ 円}$ 、冷水散布機（1.15kw）は、 $1.15 \text{ kw} \times 2.25 \text{ 時間} \times 42 \text{ 日} \times 13 \text{ 円} 76 \text{ 銭} \times 1.05 = 2,048 \text{ 円}$ である。消費水道料金についてみると、 $1.5 \text{ l} \times 3 \text{ 頭} \times 135 \text{ 分} \times 42 \text{ 日} = 25,515 \text{ l}$ （消費量）より、 25.5 m^3 （ $= 25,515 \text{ l}$ ） $\times 150 \text{ 円} = 3,825 \text{ 円}$ である。以上の数字より、本試験における冷水散布のために要した経費は19,140円+6,978円+2,048円+3,825円=31,991円である。一方当場における1980年の売却牛乳代は1kg当たり120円66銭であり、このことから1日1頭当たり必要増加産乳量は、 $31,991 \text{ 円} \div 42 \text{ 日} \div 3 \text{ 頭} \div 120 \text{ 円} 66 \text{ 銭} = 2.1 \text{ kg}$ と推定される。今回の試験では1週目を100とした乳量比では処理圧が3.6%多い傾向は見られたが、必要増加産乳量2.1kgにはおよばない²⁾。山内らは当県における夏期減乳量率は13.2%であると報告している。当県の平均泌乳量を14kgと推定すると、夏期減乳は1.8kgと推定されるが、本試験の必要増加産乳量には及ばない。このことから試質すると16kg以上を泌乳する牛には、経済的にみて冷水散布を施す可能性がみられる。一方、当県は水事情の悪化が慢性化しているが、井戸水等の利用により実施は可能と思われる。

- 注1 ユニットクーラの1日使用時間
- 注2 試験期間
- 注3 夏期電気料金単価
- 注4 地方税5%可算
- 注5 冷水散布機の1日使用時間

IV 要 約

泌乳牛6頭を供し、冷水散布により暑熱の影響防止を目的として6週間にわたり、畜舎内外温湿度、乳量、養分摂取率、体温、脈博数、呼吸数を調査測定した。結果を要約すると次のとおりである。

1. 畜舎内外温湿度の変化は、気温は舎内外ともに14時をピークとする山型、湿度は14時を最低とする谷型の変化を示した。
2. 各週の乳量の変化は処理区平均8.39kg、対照区平均10.21kg、第1週を100%とした対比では6週間平均で、処理区92.5%、対照区88.9%であったが有意な差はなかった。
3. 必要養分摂取率では両区に差はなく、正常であった。
4. 体温は、14時、15時、18時、20時30分において処理区が対照区に比べて有意に低かった。
5. 脈博数は、20時30分において処理区が対照区に比べて有意に低かったが、他の時間には両区に差はみられなかった。
6. 呼吸数は、12時、15時、18時において、処理区が対照区に比べて有意に少なく、8時30分において処理区が対照区に比べて有意に多かった。
7. 本試験では、冷水散布の経済的効果はなかった。

V 文 献

1. 石井尚一、高温時におけるホルスタイン種雌牛の体温、脈博数および呼吸数の変動に関する研究、九州農業試験場彙報第9巻第4号、429～430
2. 山内修、乳量生産実態調査、沖縄県畜産試験場研究報告18号 77～78