

簡易な散水施設による乳用牛の暑熱低減対策と効果の検証

酒向佑輔¹⁾、大輪真司²⁾、森瞳、渡邊ゆずは、林美貴成³⁾、豊田知紀⁴⁾

1)現 上都賀農業振興事務所、2)現 河内農業振興事務所、3)現 畜産振興課、4)現 芳賀農業振興事務所

要 約

当センターの乳牛舎にホームセンターなどで購入できる資材を使った簡易な散水施設を設置した。暑熱期に1日2回15分間の散水で、牛の体表温度を下げ、直腸温の上昇を抑制し、乳成分の低下の抑制や血液性状の維持などが図られ、さらに散水を行っても畜舎内の湿度は上昇せず、牛舎環境を悪化させる心配がないことも明らかとなった。本施設は3年経過後も不具合なく継続使用しており、低コストな暑熱対策が可能と考えられる。なお、牛の体表温度は散水開始5分程度で十分に下がり、散水終了後はおよそ10分程度かけて体表温度が元の水準に戻ることから、猛暑時には「5分散水+15分休止」というサイクルでの散水がより効果的と考えられた。

目 的

近年、地球温暖化の影響を受け世界の平均気温が上昇し、本県(宇都宮)における8月の平均気温も、図1のとおり、ここ30年で1.2度ほど上昇しており、搾乳牛にとって暑熱ストレスが年々大きくなっていると推察される。

これまでに、経産牛では日平均気温が21度を超えると、初産牛では23度を超えると乾物摂取量の低下が始まることが報告されている¹⁾。また、乾物摂取量だけでなく、乳量、乳脂率、乳蛋白質率、血中グルコース、血中コレステロール、血中カルシウム濃度などが有意に低下する²⁾などの影響がある。

西日本においては、月別の乳量減少割合は、5月から低下が見られ、6月が最も大きい³⁾との報告もあり、今後、温暖化が進むことにより暑熱ストレスの対策はさらに重要になると考えられる。

このような状況の中、暑熱対策として、ハード面においては、細霧システムやソーカーシステムの導入、緑のカーテンや寒冷紗の設置、屋根への断熱材の設置、屋根表面の反射材の塗布などが実施されている。飼養管理上の対策としては、給餌回数の多回化、夜間給与の実施、粗飼料の細切などがある。近年では、グリセリンやオリゴ糖を給与することで体温の上昇を抑制し暑熱ストレスを軽減する⁴⁾との報告もある。また、牛本体への対策として毛刈りを行うことで直腸温を低下させる^{5,6,7)}ことも知られている。これらの対策は現在広く実施されているが、既存の牛舎に細霧システムなどを新設することは経営の負担も大きい。

そこで、本試験は牛体散水に着目し、低コストな乳用牛の暑熱対策技術を検証した。

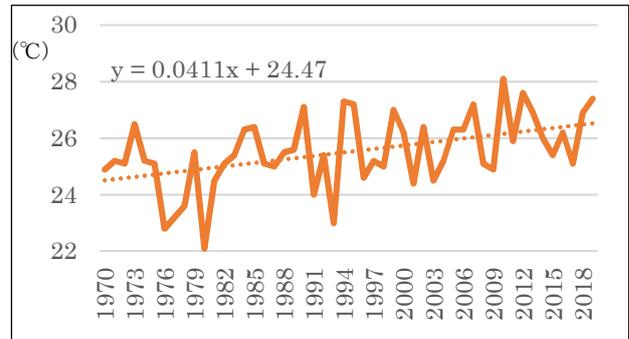


図1 宇都宮の8月の平均気温の推移

試験Ⅰ 散水施設の設置及び散水効果の検討 (H28)

材料及び方法

1 散水施設の設置

散水施設(図2)を当センター搾乳牛舎(収容可能頭数60頭)に設置した。ホームセンターで購入した資材を用い自作し(写真1、2)、北側と南側の搾乳牛群それぞれに設置した。

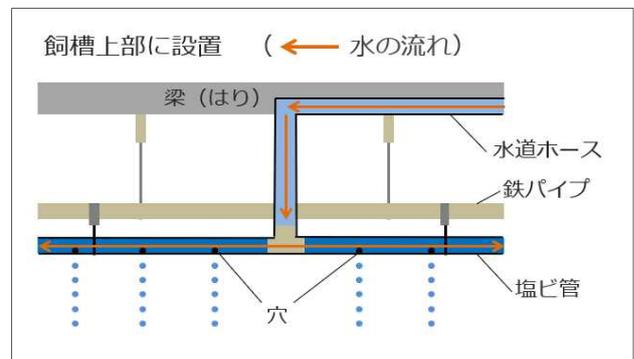


図2 散水施設の設置概要

2 試験牛

2 群の搾乳牛群からそれぞれ 5 頭ずつ用いた。

3 方法

(1) 試験区

対照区：慣行の飼養管理（散水を行わない）

散水区：1 日 2 回 15 分間の散水

散水は、午前 11 時頃、午後 1 時頃の 1 回ずつ（計 2 回）とし、降水時や湿度が高い場合には、散水を見送った。

(2) 実施期間

平成 29 年 8 月 1 日～8 月 28 日の 4 週間

※1 期 2 週間のクロスオーバー法で実施

期間	A 群	B 群
1 期目	対照区	散水区
2 期目	散水区	対照区

4 調査項目

(1) 散水施設の経費

(2) 牛舎内の温度、湿度、温湿度指数（THI）

データロガーを用い、1 分ごとに計測

(3) 乳量・乳成分

各試験期間の 2 週目にそれぞれ採材

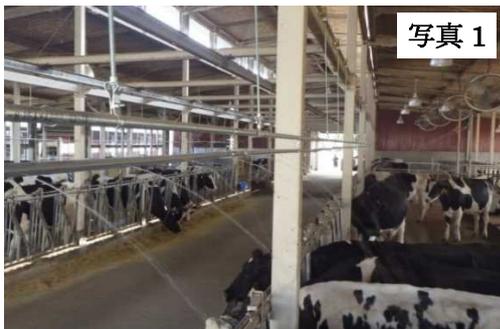
(4) 血液性状

各試験期間 2 週目の午後 1 時の散水開始前に、頸静脈より採血を行った。

(5) 直腸温および体表温度

各試験期間の 2 週目に測定

散水開始前、散水終了直後、散水終了から 1 時間経過後にそれぞれ測定を行った。



結果及び考察

1 散水施設の経費

材料及び試作経費については表 2 に示した。総経費は 57,000 円程度であり、1 頭当たり 1,000 円未満と非常に安価に設置することができた。設置位置は、牛がスタンションに入った時、肩に水がかかる位置とし、塩ビパイプの穴は、牛の左右それぞれの肩にかかるように開けた。

2 舎内温度、湿度及び THI

牛舎内の温度、湿度及び THI を図 3-1～3-3（試験期間の晴天日）に示した。矢印が散水開始時間である。

散水により舎内温度が低下し、湿度や THI の上昇は見られなかった。

3 乳量及び乳成分

散水区が対照区と比較して乳量及び乳脂肪率が高い値を示したが、いずれの項目においても有意差は認められなかった。（表 3）。

4 血液性状

いずれの項目においても有意差は認められなかった。グルコース濃度は、いずれの区においても基準値よりも低く、コレステロール値は高かった（表 4）。

5 直腸温度及び体表温度

直腸温度は、対照区で有意に上昇した（図 4-1）。体表温度は、散水区において散水後で有意に低下したものの、散水後 1 時間経過後では、開始前よりも高い温度に上昇した（図 4-2）。

直腸温度と体表温度の上昇は、温度測定時にストール内に散在している牛をスタンションに追い込んだ影響が推察された。

表 2 散水施設の材料及び試作経費

パーツ	単価 [円/個]	個数	金額 [円]
吊配管金具	345	22	7,590
全ネジ [1m]	45	22	990
VP管用サドルバンド	45	22	990
鉄パイプ [4m]	1,580	12	18,960
塩ビ管 [4m]	305	12	3,660
ホース [10cm]	19	460	8,740
1.5mmドリル	475	3	1,425
その他 [塩ビ管のジョイント等]			14,391
合計			56,746

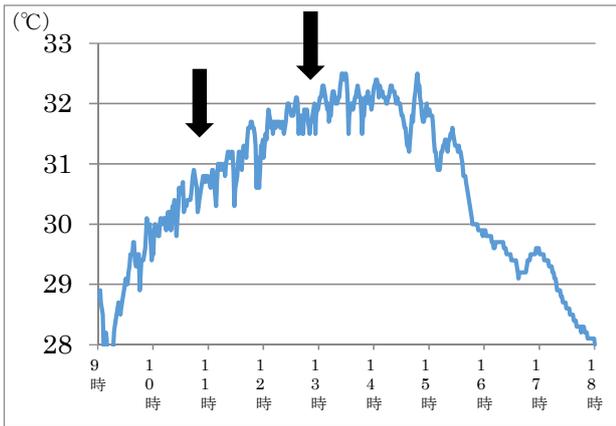


図 3-1 牛舎内の温度変化（晴天時）

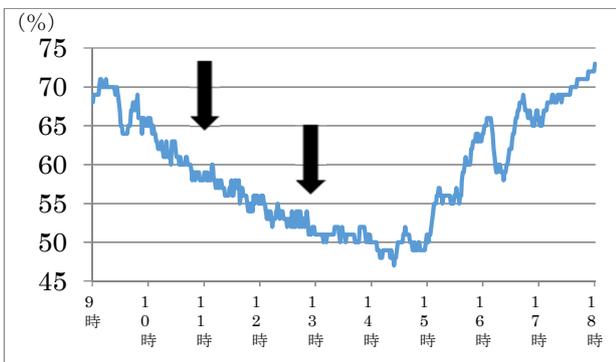


図 3-2 牛舎内の湿度変化（晴天時）

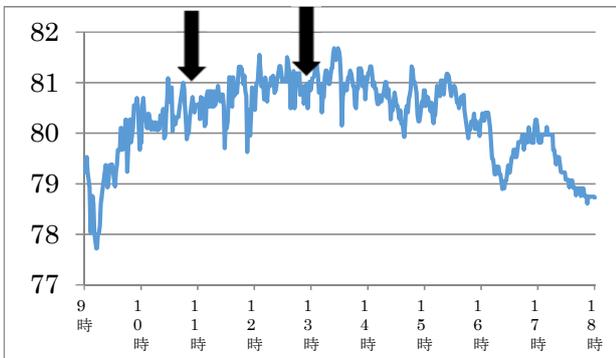


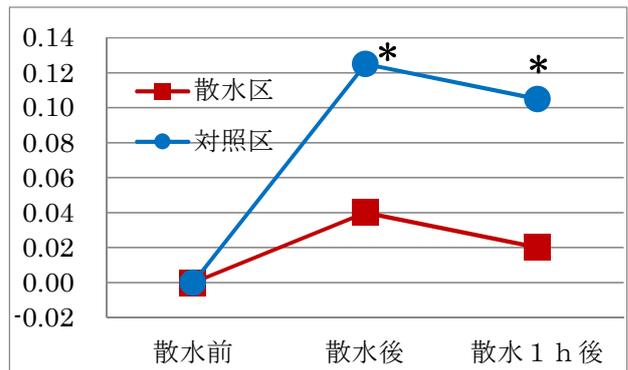
図 3-3 牛舎内の THI の変化（晴天時）

表 3 乳量及び乳成分

項目/区	単位	対照区	散水区
日乳量	kg/日	25.8	27.3
乳脂肪率	%	3.66	3.81
乳蛋白質率	%	3.26	3.26
4%FCM 乳量	%	23.8	25.9
無脂固形分率	%	8.72	8.77
体細胞	千/mL	76	75
尿素窒素	Mg/dL	6.8	8.2

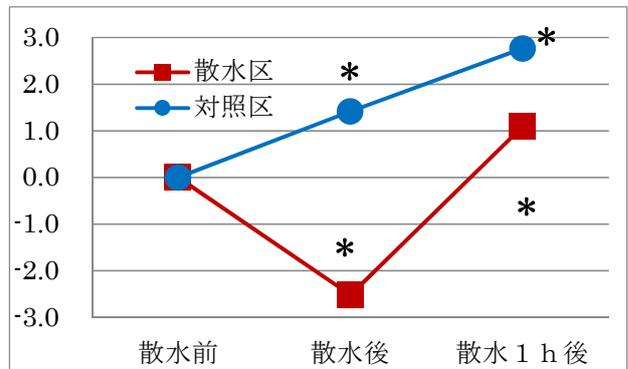
表 4 血液性状

項目/区	単位	対照区	散水区
グルコース	Mg/dL	25.8	27.3
総コレステロール	Mg/dL	3.66	3.81
尿素窒素	Mg/dL	3.26	3.26
カルシウム	Mg/dL	23.8	25.9
γ - GTP	IU/L	8.72	8.77
遊離脂肪酸	μ Eq/L	76	75
βヒドロキシ酪酸	Mmol/L	6.8	8.2



※同一区内で散水前の温度に対して有意差有り

図 4-1 直腸温の変化（散水開始前を 0）



※同一区内で散水前の温度に対して有意差有り

図 4-2 体表温度の変化（散水開始前を 0）

まとめ

散水施設は、ホームセンターなどで購入出来る資材を用い低コストで自作でき、散水をして牛舎内の湿度は上昇せず、有効な暑熱対策であると考えられる。

搾乳牛においては、体表温度が有意に低下し、直腸温度の上昇が抑えられる一方、乳量や乳成分、血液性状に差は見られず、暑熱ストレス低減効果については、明らかとならなかった。

このため、暑熱ストレス低減効果を確認するため、長期間の試験を試験Ⅱとして実施した。

試験Ⅱ 散水および毛刈りが暑熱ストレス低減に及ぼす効果の検討 (H29)

材料及び方法

1 散水施設

試験Ⅰの散水施設を継続利用。冬期も設置したままであったが、特に補修を行うことなく、前年度同様に使用することができた。

2 試験牛

一般管理牛群の搾乳牛 24 頭を用いた。

3 方法

(1) 試験区

	散水	毛刈り	
		あり	なし
散水区	1日2回15分間散水	3頭	3頭
対照区	散水なし	3頭	3頭

※散水は、午前 11 時頃、午後 1 時頃の 1 回ずつ（計 2 回）とし、降雨時や湿度が高い場合には実施しない。

(2) 試験期間

平成 29 年 7 月 3 日～7 月 23 日（3 週間）
毛刈りは開始 1 週間前に実施した。

4 調査項目

(1) 乳量、乳成分

試験開始時及び試験開始 1 週間後、2 週間後、3 週間後にそれぞれ個体乳を採材した。

(2) 一般血液性状

試験開始時及び試験開始 1 週間後、2 週間後、3 週間後の午後 1 時の散水開始前に、頸静脈より採血を行った。

(3) 直腸温度、体表温度

試験期間 1 週目、2 週目、3 週目のうちの天気がいい日を選び、午前及び午後の 2 回の散水時に、①散水開始前、②散水終了直後、③散水終了から 1 時間経過後にそれぞれ測定を行った。

結果及び考察

1 乳量及び乳成分

乳量及び乳成分を表 5-1～5-4 に示した。いずれの区においても、開始時の乳量に比べ尿素窒素の値が低下した。暑熱ストレスによる飼料の選び食いが推察された。

散水区（毛刈りあり）においては、乳蛋白質率が有意に上昇また体細胞数が 3 週間後で有意に低下しており、暑熱ストレスが緩和された可能生が考えられた。

散水区（毛刈りなし）においては、乳蛋白質率が有意に上昇した。

対照区においては、乳中尿素窒素が有意に低下し

た以外の違いは見られなかった。加えて、有意に変化（悪化）する項目はみられなかった。これは、試験期間の気候が梅雨が長引いて天候不順の時期が続き平年に比べ気温が低かったことが考えられた。

2 一般血液性状

一般血液性状を表 6-1～6-4 に示した。

散水区（毛刈りあり）においては、BUN、血中蛋白質率、NEFA において、開始時と比較して 3 週間後に有意に低下した。

散水区（毛刈りなし）においては、総コレステロール、BUN、血中蛋白質の項目で 3 週間後において開始時と比べて有意に低下した。

対照区（毛刈りあり）においては、グルコース、蛋白質率、NEFA が 2 週間後において有意に上昇、アセト酪酸、β-ヒドロキシ酪酸では、2 週間後に有意に低下した。

対照区（毛刈りなし）においては、2 週間経過後に、βヒドロキシ酪酸、アセト酪酸の有意な低下、NEFA の有意な上昇が見られた。

対照区では、NEFA の上昇が見られることから、エネルギー不足、すなわち暑熱による食下量低下が影響したものと推察される。また、ケトン体濃度の昇降が明白なことから、恒常性が失われているものと推察した。

3 直腸温度及び体表温度

直腸温度の変化を図 5-1、表 7-1、体表温度の変化を図 5-2、表 7-2 に示した。

直腸温度は、対照区（毛刈りあり）で散水 1 時間経過後に有意に上昇した。これは、試験Ⅰで述べたとおり、体温測定時に牛を追い込んだことが影響したと考えられる。それ以外の区では、経時的な変化について差は見られなかった。

体表温度は、散水区（毛刈りあり・なしいずれも）において、散水直後に有意に低下し、1 時間後に開始時の値に戻った。また、対照区においては、1 時間経過後で有意に上昇していた。

毛刈りをした場合と、毛刈りをしない場合における温度の変化の違いは見られなかった。

まとめ

試験Ⅱも試験Ⅰ同様、散水をすることで、湿度が上昇することなく、暑熱ストレス軽減に一定の効果を示す傾向が確認できた。一方で MUN はどの区も有意に低下しており、濃厚飼料の選び食いなどが起こっていることが想定された。

ただし、乳成分や血液性状に顕著な対策効果は確認されなかったため、試験Ⅲでさらなるデータ積み上げを行い、加えて、血中酸化ストレスを測定することで暑熱ストレスの程度も検討した。

表 5-1 散水区（毛刈りあり）における乳量・乳成分の推移

項目\試験区		試験開始前	1週間後	2週間後	3週間後
供試頭数		3	3	3	3
乳量	kg/日	34.93	35.40	34.50	34.49
乳脂率	%	3.65	3.45	3.61	3.53
乳タンパク質率	%	3.02 b	3.14 a	3.14 a	3.17 a
無脂固形分率	%	8.65	8.77	8.66	8.69
体細胞	千個/ml	50.74 ab	53.99 a	47.55 b	43.55 c
乳中尿素窒素	mg/dl	13.89 ab	13.68 a	8.69 b	7.22 b

表 5-2 散水区（毛刈りなし）における乳量・乳成分の推移

項目\試験区		試験開始前	1週間後	2週間後	3週間後
供試頭数		3	3	3	3
乳量	kg/日	32.77	33.67	31.43	30.90
乳脂率	%	3.81 a	3.43 b	3.74 a	3.79 a
乳タンパク質率	%	3.28 b	3.37 ab	3.37 ab	3.40 a
無脂固形分率	%	8.70	8.79	8.68	8.73
体細胞	千個/ml	136.70	143.10	195.52	219.76
乳中尿素窒素	mg/dl	11.12 a	10.00 ab	7.56 ab	6.18 a

表 5-3 対照区（毛刈りあり）における乳量・乳成分の推移

項目\試験区		試験開始前	1週間後	2週間後	3週間後
供試頭数		3	3	3	3
乳量	kg/日	31.90	32.70	33.27	31.38
乳脂率	%	3.46	3.18	3.40	3.61
乳タンパク質率	%	2.91	2.86	2.93	2.90
無脂固形分率	%	8.38	8.30	8.40	8.24
体細胞	千個/ml	89.49	79.13	116.08	79.42
乳中尿素窒素	mg/dl	9.64 a	10.06 a	8.71 ab	7.62 b

表 5-4 対照区（毛刈りなし）における乳量・乳成分の推移

項目\試験区		試験開始前	1週間後	2週間後	3週間後
供試頭数		3	3	3	3
乳量	kg/日	35.33	32.67	34.43	32.14
乳脂率	%	3.92	4.17	4.27	4.27
乳タンパク質率	%	3.07	3.18	3.22	3.15
無脂固形分率	%	8.55	8.69	8.70	8.62
体細胞	千個/ml	60.28	80.19	58.73	57.80
乳中尿素窒素	mg/dl	11.61 a	11.37 a	9.66 b	10.64 b

表 6-1 散水区（毛刈りあり）における血液一般性状の推移

項目\期間		試験開始前	1週間後	2週間後	3週間後
Glu	mg/dl	32.3	40.0	35.0	38.3
T-Cho	mg/dl	211	214	199	199
BUN	mg/dl	15.0 a	15.5 ab	9.3 ab	7.7 b
GOT	IU/L	70.7	59.3	60.0	66.0
TP	mg/dl	7.90 a	7.83 a	7.37 b	7.37 b
Ca	mg/dl	10.1	11.2	11.0	11.0
GGT		43.33	44.33	43.00	43.67
NEFA	μ Eq/L	0.093 a	0.077 ab	0.053 b	0.047 b
アセト酢酸	μ mol/l	42.7	55.3	60.0	44.0
β ヒドロキシ酪酸	μ mol/l	913	825	913	731

表 6-2 散水区（毛刈りなし）における血液一般性状の推移

項目\期間		試験開始前	1週間後	2週間後	3週間後
Glu	mg/dl	45.0	44.7	44.0	43.7
T-Cho	mg/dl	234 a	208 b	216 b	218 b
BUN	mg/dl	14.0 a	7.7 b	8.0 b	5.3 b
GOT	IU/L	70.0 a	58.3 ab	55.3 b	58.0 ab
TP	mg/dl	7.53 a	7.57 a	7.47 ab	7.13 b
Ca	mg/dl	10.9	10.4	11.8	11.3
GGT		49.00	46.67	47.00	47.00
NEFA	μ Eq/L	0.063	0.063	0.063	0.057
アセト酢酸	μ mol/l	41.0	33.7	28.3	44.0
β ヒドロキシ酪酸	μ mol/l	909	804	716	923

表 6-3 対照区（毛刈りあり）における血液一般性状の推移

項目\期間		試験開始前	1週間後	2週間後	3週間後
Glu	mg/dl	32.3 c	42.3 b	47.3 a	43.7 ab
T-Cho	mg/dl	229	232	224	221
BUN	mg/dl	11.7 a	8.0 ab	6.7 b	8.7 ab
GOT	IU/L	60.7 ab	67.7 a	56.0 b	55.0 b
TP	mg/dl	6.87 b	7.07 ab	7.20 a	7.13 ab
Ca	mg/dl	10.8 b	10.4 b	11.9 a	11.8 a
GGT		41.33	42.33	40.33	40.00
NEFA	μ Eq/L	0.053 b	0.057 b	0.070 a	0.053 b
アセト酢酸	μ mol/l	61.7 a	59.3 ab	36.3 b	56.3 ab
β ヒドロキシ酪酸	μ mol/l	1238 a	1037 b	736 c	966 b

表 6-4 対照区（毛刈りなし）における血液一般性状の推移

項目\期間		試験開始前	1週間後	2週間後	3週間後
Glu	mg/dl	37.0	44.3	47.3	45.0
T-Cho	mg/dl	186	174	191	187
BUN	mg/dl	16.0 a	9.3 ab	8.0 b	10.0 ab
GOT	IU/L	62.3	62.0	60.3	62.7
TP	mg/dl	7.13	7.10	7.20	7.53
Ca	mg/dl	10.6	10.2	11.5	10.6
GGT		34.67	34.33	40.67	38.67
NEFA	μ Eq/L	0.063 ab	0.060 b	0.087 a	0.083 ab
アセト酢酸	μ mol/l	38.0 a	42.3 ab	17.3 b	36.3 ab
β ヒドロキシ酪酸	μ mol/l	846 a	835 ab	568 b	730 ab

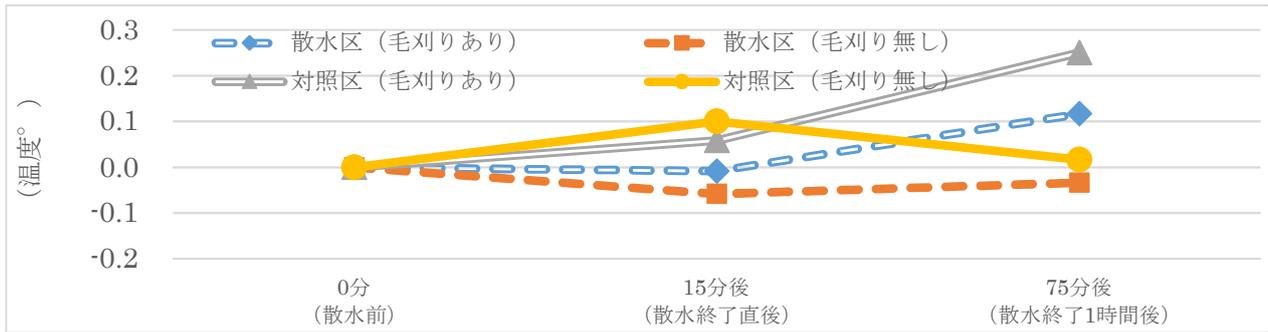


図 5-1 直腸温の経時的変化（散水前を0とした時）

表 7-1 直腸温の経時的変化

	散水前	散水直後	散水1時間後
散水区(毛刈りあり)	38.97	38.96	39.08
散水区(毛刈り無し)	38.87	38.81	38.83
対照区(毛刈りあり)	38.88	38.94	39.13
対照区(毛刈り無し)	39.05	39.15	39.07

※経時的変化について異符号間に有意差有り(p<0.05)

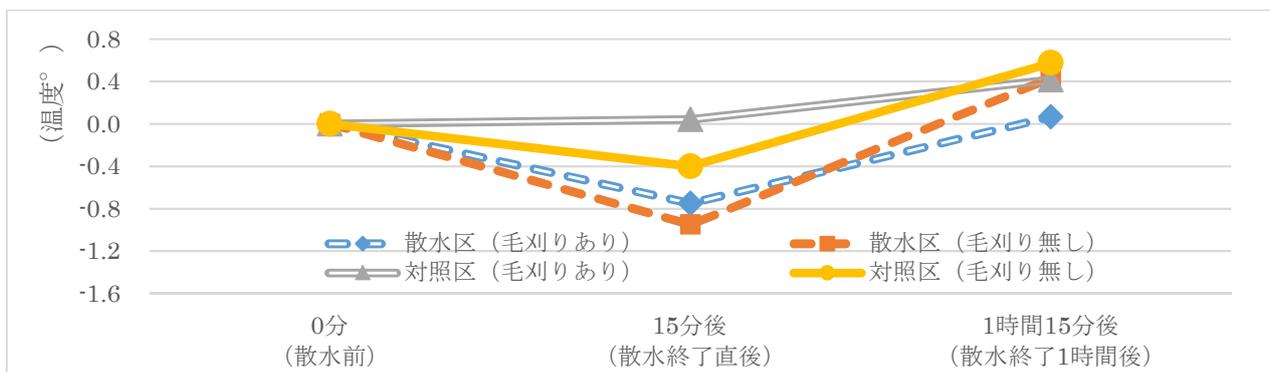


図 5-2 体表温度の変化

表 7-2 直腸温の経時的変化

	散水前	散水直後	散水1時間後
散水区(毛刈りあり)	34.19	33.44	34.26
散水区(毛刈り無し)	33.66	32.71	34.09
対照区(毛刈りあり)	34.13	34.17	34.54
対照区(毛刈り無し)	34.57	34.17	35.14

※経時的変化について異符号間に有意差有り(p<0.05)

試験Ⅲ 散水および毛刈りが暑熱ストレス低減に及ぼす効果の検討 (H30)

材料および方法

1 散水施設

試験Ⅰで設置した散水施設を継続利用。設置して3年目だが、特に補修を行うことなく、前年度同様に使用することができた。

2 試験牛

一般管理牛群の搾乳牛24頭を用いた。

3 方法

(1) 試験区

散水		毛刈り	
		あり	なし
散水区	1日2回15分間散水	3頭	3頭
対照区	散水なし	3頭	3頭

※散水は、午前11時後、午後1時頃の1回ずつ(計2回)とし、雨が降っている場合や湿度が高い場合には実施しない。

(2) 実施期間

平成29年7月3日～7月23日(3週間)

毛刈りは、開始1週間前までに実施した。

4 調査項目

(1) 乳量、乳成分

試験開始時及び2週間後、3週間後にそれぞれ個体乳を採材した。

(2) 一般血液性状

試験開始時及び2週間後、3週間後の午後1時の散水開始前に、頸静脈より採血を行った。

(3) 直腸温度、体表温度

試験期間1週目、2週目、3週目のうちの天候がいい日を選び、午前及び午後の2回の散水時に、①散水開始前、②散水終了直後、③散水終了から1時間経過後にそれぞれ測定した。

また、3週目の午後の散水時には、3分ごとに体表温度を測定した。

(4) ストレス

血中酸化ストレスマーカーを用いd-ROMs及びBAP濃度を測定した。

d-ROMsは、酸化ストレスの元となる活性酸素やフリーラジカルによる代謝産物(過酸化)を測定した物で、間接的に活性酸素などの量を測定することができ、数値が大きいほど酸化ストレスがかかっているといえる。

BAPは、生体内の抗酸化力を示す物で、数値が高いほどストレスに強い(ストレスを受けていない)といえる指標である。

結果及び考察

1 乳量及び乳成分

乳量及び乳成分を表8-1~8-4に示した。

試験2同様乳中尿素窒素がいずれの区においても有意に増加した。

散水区(毛刈りあり)においては、乳蛋白質率が3週間後に有意に増加した。

散水区(毛刈りなし)では、乳脂肪率が2週間後に有意に低下した。また、開始時には体細胞数が高かったが、2週間後には改善された。

対照区(毛刈りあり)では、2週間後で乳脂肪率が有意に低下し、乳蛋白質率が有意に増加した。また、体細胞数が2週間後に有意に増加した。

対照区(毛刈りなし)では、体細胞数が有意に増加した。

いずれの区においても、試験開始時と比較し、乳脂肪率が低下しており、暑熱ストレスを受けていると考えられるが、対照区においては体細胞数の増加が見られることから、暑熱によるストレスをより大きく受けていると推察される。ただし、乳量については、いずれの試験区間においても有意差は見られず、またいずれの区においても、試験開始時と比較して有意な低下は見られなかった。

2 血液性状

一般血液性状を表9-1~9-4に示した。

散水区(毛刈りあり)においては、いずれの項目においても試験期間中は同様な数値を示した(有意差なし)。

散水区(毛刈りなし)では、総コレステロール値が有意に減少した以外は、変化は見られなかった。

対照区(毛刈りあり)では、アセト酪酸およびβヒドロキシ酪酸が2週間後で有意に低下した。

対照区(毛刈りなし)では、BUNおよびβヒドロキシ酪酸が2週間後で有意に低い値を示した。

3 直腸温および体表温度

散水前後の直腸温の経時的变化を図8及び表11に、体表温度の経時的变化を図9及び表12に示した。

直腸温は、対照区(毛刈りなし)において散水後に有意に上昇し、その後1時間後も同水準で推移した。

体表温度は、散水区において散水により有意に低下して、その後上昇した。対照区(毛刈りあり)では、逆に有意に上昇した。

散水区における散水終了後の体表温度の経時的变化は、図10-1~10-3に示した。体表温度は、散水開始3分で十分な温度変化が見られ、散水終了後9~12分経過頃には、開始前の水準に戻った。散水終了後9~12分経過時の牛の皮膚を触れたところ、皮膚はほとんど乾いた感じであったことから、濡れた皮膚から水分が蒸散するのに9~12分程度かかるのだと考えられる。

4 ストレス

血中酸化ストレスマーカーは、d-ROMsおよびBAP濃度を測定し、表10-1~10-4に示した。

いずれの区においても、試験期間に有意な変動は認められず、いずれの試験区間においても有意な差は認められなかった。

表 8-1 散水区（毛刈りあり）における乳量・乳成分の推移

項目\試験区		試験開始時	2週間後	3週間後
乳量	kg/日	38.47	40.73	36.60
乳脂率	%	3.56	3.20	3.38
乳タンパク質率	%	3.04 a	3.16 b	3.11 B
無脂固形分率	%	8.41	8.63	8.58
体細胞	千個/mL	81.07	94.65	90.82
乳中尿素窒素	mg/dL	9.12 a	11.08 b	11.53 B

表 8-2 散水区（毛刈りなし）における乳量・乳成分の推移

項目\試験区		試験開始前	1週間後	2週間後
乳量	kg/日	32.60	32.20	31.73
乳脂率	%	4.09	3.27	3.51
乳タンパク質率	%	3.20	3.44	3.32
無脂固形分率	%	8.65	9.03	8.88
体細胞	千個/mL	680.92	124.59	163.30
乳中尿素窒素	mg/dL	9.26	10.95	10.99

表 8-3 対照区（毛刈りあり）における乳量・乳成分の推移

項目\試験区		試験開始前	1週間後	2週間後
乳量	kg/日	35.57	37.23	33.97
乳脂率	%	3.79	3.33	3.48
乳タンパク質率	%	3.09	3.37	3.25
無脂固形分率	%	8.65	8.92	8.81
体細胞	千個/mL	107.60	254.57	203.74
乳中尿素窒素	mg/dL	10.62	13.67	12.17

表 8-4 対照区（毛刈りなし）における乳量・乳成分の推移

項目\試験区		試験開始前	1週間後	2週間後
乳量	kg/日	36.73	38.83	36.97
乳脂率	%	3.42	3.24	3.15
乳タンパク質率	%	2.90	3.04	2.97
無脂固形分率	%	8.53	8.67	8.60
体細胞	千個/mL	37.05	74.57	88.39
乳中尿素窒素	mg/dL	11.69	13.13	13.21

表 9-1 散水区（毛刈りあり）における血液一般性状の推移

項目\期間		試験開始前	1週間後	2週間後
Glu	mg/dL	41.7	34.0	44.3
T-Cho	mg/dL	241	219	213
BUN	mg/dL	12.3	8.3	11.0
GOT	IU/L	44.0	50.0	41.0
GPT	IU/L	14.00	11.33	12.00
Ca	mg/dL	10.5	10.0	10.5
NEFA	μ Eq/L	0.080	0.070	0.083
アセト酢酸	μ mol/L	22.7	42.0	18.3
β ヒドロキシ酪酸	μ mol/L	826	1006	744

表 9-2 散水区（毛刈りなし）における血液一般性状の推移

項目\期間		試験開始前	1 週間後	2 週間後
Glu	mg/dL	41.3	30.0	38.3
T-Cho	mg/dL	314	196	191
BUN	mg/dL	12.3	7.7	9.7
GOT	IU/L	44.0	48.7	51.7
GPT	IU/L	16.00	22.00	23.50
Ca	mg/dL	10.2	10.2	11.0
NEFA	μ Eq/L	0.057	0.063	0.063
アセト酢酸	μ mol/L	31.7	28.3	35.0
β ヒドロキシ酪酸	μ mol/L	1005	971	949

表 9-3 対照区（毛刈りあり）における血液一般性状の推移

項目\期間		試験開始前	1 週間後	2 週間後
Glu	mg/dL	38.7	51.7	33.3
T-Cho	mg/dL	211	190	181
BUN	mg/dL	15.3	9.7	12.7
GOT	IU/L	45.7	49.0	44.7
GPT	IU/L	13.50	15.00	19.00
Ca	mg/dL	10.6	9.9	10.2
NEFA	μ Eq/L	0.053	0.067	0.060
アセト酢酸	μ mol/L	34.0	6.3	33.3
β ヒドロキシ酪酸	μ mol/L	1010	490	895

表 9-4 対照区（毛刈りなし）における血液一般性状の推移

項目\期間		試験開始前	1 週間後	2 週間後
Glu	mg/dL	42.3	39.0	36.0
T-Cho	mg/dL	210	196	199
BUN	mg/dL	15.7	9.0	13.7
GOT	IU/L	48.7	54.0	46.0
GPT	IU/L	21.00	20.00	18.00
Ca	mg/dL	11.5	11.1	10.7
NEFA	μ Eq/L	0.070	0.070	0.053
アセト酢酸	μ mol/L	14.7	13.7	23.3
β ヒドロキシ酪酸	μ mol/L	804	565	870

表 10-1 散水区（毛刈りあり）における血液の酸化ストレスマーカー濃度

項目\期間	1 週間後	2 週間後	3 週間後
d-ROMs	123.3	128.3	119.0
BAP μ mol/L	2080.3	2287.0	2111.3

表 10-3 対照区（毛刈りあり）における血液の酸化ストレスマーカー濃度

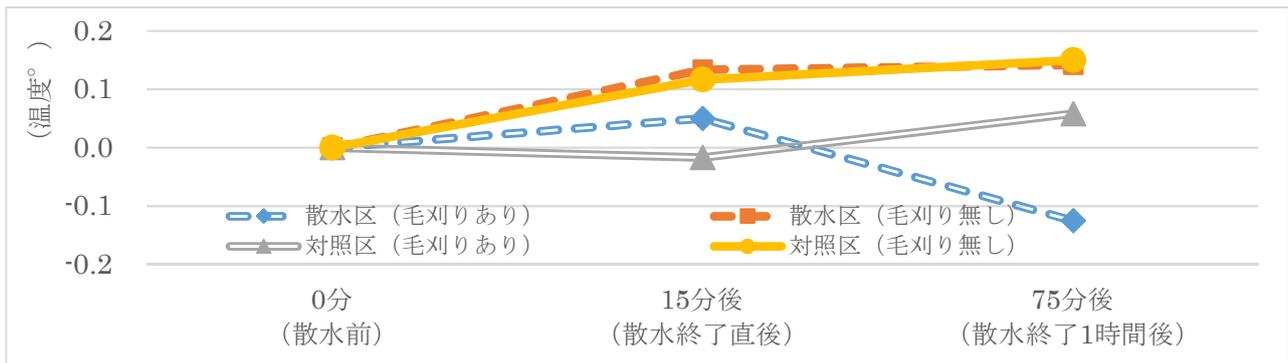
項目\期間	1 週間後	2 週間後	3 週間後
d-ROMs	120.0	132.0	121.3
BAP μ mol/L	2104.0	2141.0	2098.7

表 10-2 散水区（毛刈りなし）における血液の酸化ストレスマーカー濃度

項目\期間	1 週間後	2 週間後	3 週間後
d-ROMs	127.7	134.0	126.0
BAP μ mol/L	2166.3	2282.7	2159.3

表 10-4 対照区（毛刈りなし）における血液の酸化ストレスマーカー濃度

項目\期間	1 週間後	2 週間後	3 週間後
d-ROMs	114.7	111.7	102.0
BAP μ mol/L	2170.3	2360.0	2219.7



※同一区内で散水前の温度に対して有意差有り

図 8 直腸温の経時的変化 (散水前を0とした場合の温度増減)

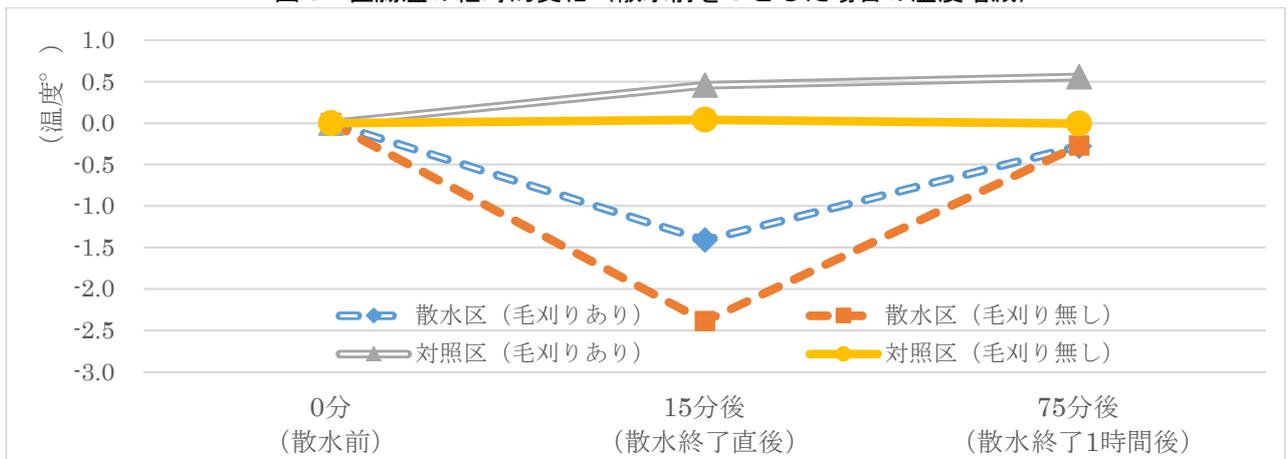


図 9-1 体表温度の経時的変化 (散水前を0とした場合の温度増減)

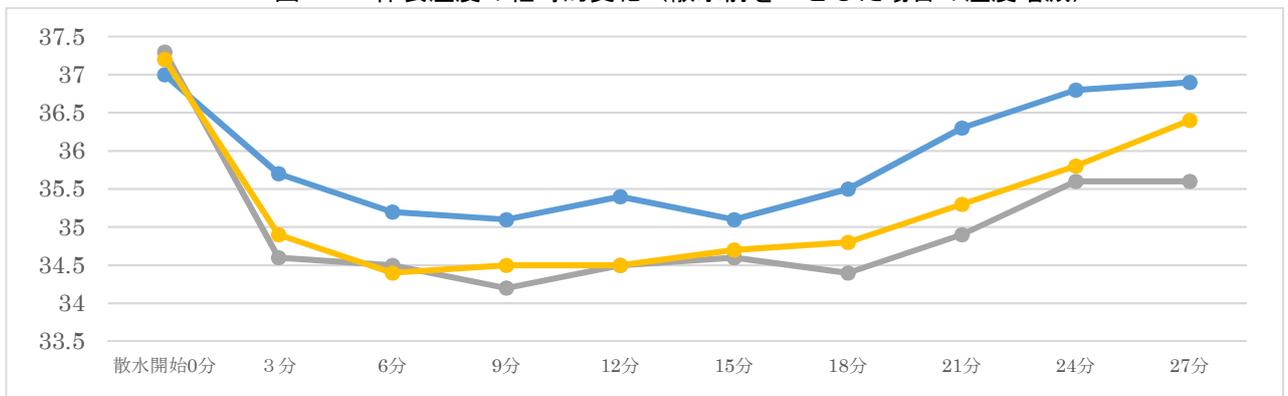


図 9-2 散水終了後の体表温度の経時的変化 (散水区 (毛刈りあり))

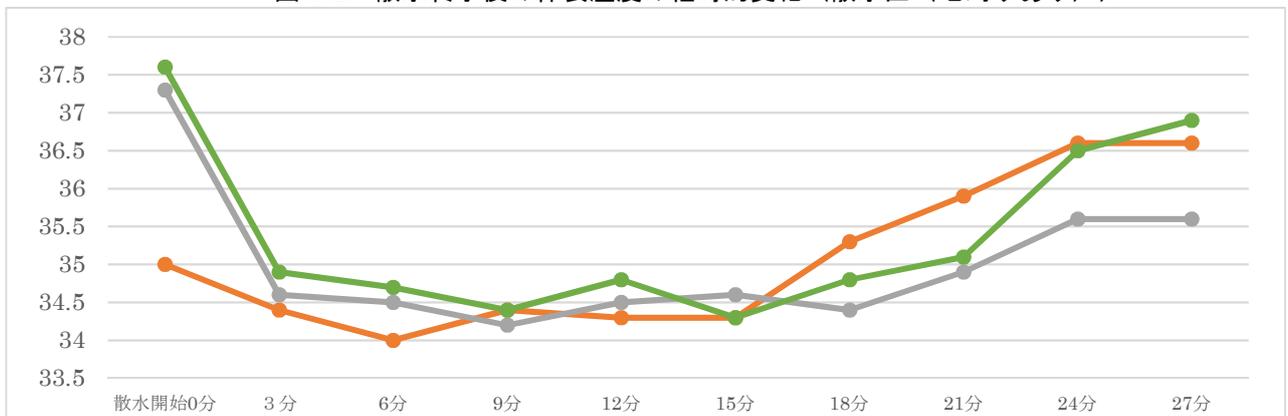


図 9-3 散水終了後の体表温度の経時的変化 (散水区 (毛刈りなし))

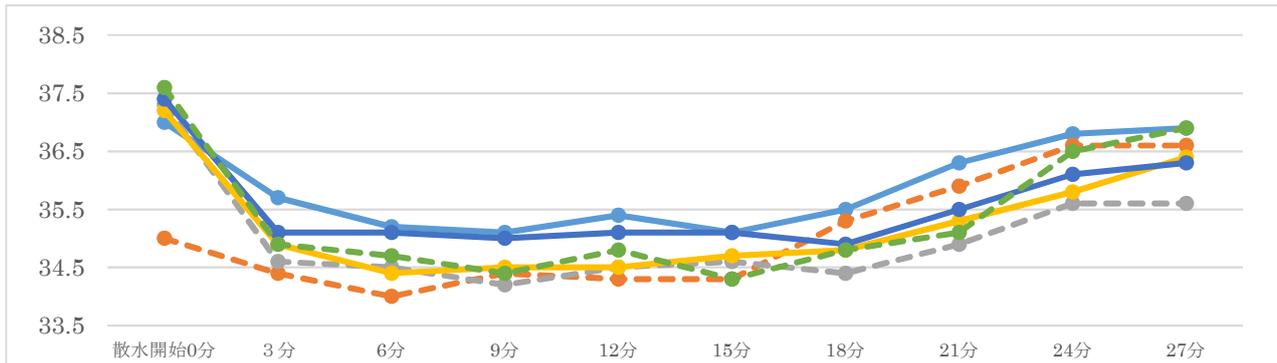


図 9-4 散水終了後の体表温度の経時的変化 (散水区 (毛刈りあり・なし))

まとめ

散水施設を活用して3年経過したが不具合が生じることなく使用することができた。

乳成分・血液性状においては、前年度試験と同様に、散水区において暑熱ストレスが軽減されたと考えられる数値が多く得られたことから、散水による暑熱低減効果はあると考えられた。しかしながら、血中酸化ストレスマーカー値による効果は確認できなかった。

散水による体表温度の低下、直腸温度の上昇の抑制については、試験Ⅰ及びⅡ同様に本試験でも明らかとなり、散水は体温上昇抑制効果や、体表温度を一時的に下げることが再確認できた。ただし、毛刈りのありなしで直腸温や体表温度の変化に差は見られず、本試験においては毛刈りによる散水効果の違いは明らかとならなかった。

また、体表温度は、散水開始後3～6分程度で低下し、散水終了後9～12分で同水準に戻ることが明らかとなったことから、散水の継続時間は6分で充分体表温度を下げる事が出来る事が確認できた。

大分県では、5分の散水で最大0.5度の体温低下があり3時間程度は冷却効果が見られた⁷⁾と報告があるが、反対に宮崎県では、散水は体表温度を低下させるが、体表温度の著しい低下は膣温度を上昇させる可能性がある⁷⁾とあり、牛体を冷やしすぎることは注意が必要ともされている。

このことから、散水の時間は5～6分で十分効

果があるといえるが、繁殖成績とも比較検証する必要があると考えられた。

これらの結果に加え、水の利用なども考慮すると、猛暑時の緊急措置としては「5分散水・15分休み」のサイクルで散水することがより効果的であると考えられた。

総括

散水は、牛の体表温度を有意に低下させ、直腸温度の上昇を抑える可能性があることが明らかとなった。また、乳量に対する直接的な影響は見られなかったものの、暑熱期の乳成分の維持には一定の効果が見られた。一般血液性状の観点からも散水した牛については、正常値を示すか、もしくは有意な変動をする項目が少なかったことから、1日2回の散水を行うだけでも、十分に暑熱ストレスを低減できる効果があると考えられた。

散水施設については、3年継続して不具合なく使用できたことから、安価で簡易な散水施設でも長期間にわたって使用でき、暑熱ストレス低減効果を発揮できることが検証できた。

本試験においては、牛をスタンションに追い込んで散水を実施したが、継続して実施しているうちに牛も学習し、散水時に自ら水を浴びにくる牛もいた。散水時間帯を、餌寄せの時間と合わせて実施することも省力的かつ効果的だと思われる。

なお、散水は牛体だけでなく、牛床も濡らしてしまうことから、長時間は行わず、牛体を濡らす程度で実施することが望ましい。

引用文献

- 1) 日本飼養標準・乳牛、中央畜産会 (2006) 63-65
- 2) 生田健太郎、岡田啓司、佐藤繁、安田準 (2010)、産業動物臨床医誌 1(4)190-196
- 3) 戸田克史、藤岡一彦、家木一 (1998)、愛媛畜試研報 16, 1~10
- 4) 和田卓也、二本木俊英、西村友佑 (2015)、福井県畜産試験場
- 5) 室井章一 (2009)、栃木県酪農試験場年報 50-51
- 6) 圓山繁、野中敏道、森崎征夫 (1998)、熊本県農業研究センター
- 7) 鍋西久、廣津美和ら (2017)、西日本畜産学会報 58 回大会号： 41, 2017. 9. 30
- 8) 森本剣介 倉原貴美 田中伸幸 松井英徳 (2017)、大分県家畜保健衛生並びに畜産関係業績発表会 Verification of heat reduction measures and effects of dairy cows by a simple watering facility