

氏 名 (本籍) てる い しん いち
照 井 信 一

学位の種類 農 学 博 士

学位記番号 農 第 205 号

学位授与年月日 昭 和 5 6 年 3 月 1 2 日

学位授与の要件 学位規則第 5 条第 2 項該当

学位論文題目 放牧牛の小型ピロプラズマ病発病因子に
関する研究

論文審査委員 (主 査)

教授 勝野正則 教授 津田恒之

教授 林 兼六

論文内容要旨

放牧牛の小型ピロプラズマ病発病因子に関する研究

近年、わが国における放牧事業の進展は目ざましく、昭和41年度から昭和50年度までの10年間に、草地面積で約2.6倍、放牧牛数で約3.5倍に増加したが、各種疾病の多発で当初に期待したような放牧成果の得られない放牧地が多い。

放牧牛の疾病は多種あるが、とくに小型ピロプラズマ病(以下、小型ピロ病と略す)は、その発病率が極めて高く、放牧病対策、即小型ピロ病対策ともいわれている。従って本病については数多くの研究が行われてきたが、放牧地での確な効果をあげる予防法、治療法は未だ確立していない。これは薬物や予防接種を主軸とする従来の方法の限界を示唆するもので、本病の対策には新たな観点からの検討が必要なものと思われる。

小型ピロ病の特徴の一つは、感染牛の発病は舎飼時にはほとんどみられず、放牧時のみ重症化することで、これは放牧時の諸条件が発病に関与することを示唆している。著者はこの発病要因の解明が本病の防遏上まず重要なことと考え、本研究を企図した。

すなわち、小型ピロ原虫汚染放牧地の諸条件と本病発生の多寡との関係を調査し、次いでその知見に基づき、実験的にその発病要因を確めることとした。以下その成績の概要を述べる。

1 放牧地の環境諸条件と病牛発生との関係

まず、青森県下の地理的に近接する小型ピロ汚染放牧地5カ所における草地、気象、および管理などの条件と小型ピロ病の発生との関係を調査し、次のような知見を得た。

各放牧地における入牧後の小型ピロ感染率の推移はほぼ同様であったが、1放牧地でのみ例年夏季に小型ピロ病が多発した(図-1)。これらの放牧地の気象条件にとくに差はないと思われたが、小型ピロ多発放牧地では有効な庇陰施設を欠き、夏季晴天時に長時間直射日光に曝される牛が多かった。しかし、他の4放牧地は利用度の高い庇陰林を有するか、あるいは夏季晴天の日中は庇陰舎に強制収容し、夜間放牧が行われていた。なお、上記の小型ピロ病多発放牧地も、約半数の牛が利用し得る庇陰舎を仮設したところ、その発生は半減した。これらのことは、夏季の高温や日射が小型ピロ病の発病を促すことを示唆している。

年間推定草量と本病発生に相関はなく、本病多発放牧地における草量の不足は認められなかったが、同放牧地の入牧後の牛の発育は、非発病地のそれに比べて劣る傾向があり、とくにそれは発病牛で著明であった。入牧後の発育の良否が発病に関与するように思われる。

なお、入牧時既感染牛も入牧後感染牛も同様に発病し、感染時期による発病率の差は認められなかったが、これは小型ピロの免疫に多くを期待し得ないことを示すものである。

また、開牧1年目の草地の全牛に小型ピロ原虫の感染が認められたが、これは清浄草地の造成や維持のうえ考慮すべきことである。

2 気象条件と放牧牛の行動、および病牛発生との関連性

次に小型ピロ病の多発するE放牧地と、この発生のないA放牧地の牛の行動とその局地気象を調

べ、これと発病との関係を検討し、次の成績を得た。

放牧牛の採食行動は一般に日の出と共に始まり夕刻まで続き、とくに早朝と夕刻の採食活動が最も活発であったが、夏季には夜間に長時間の採食を行った。このパターンはA、E両放牧地共に同様であったが、夏季の炎天時にはA放牧地では全牛が庇陰林内で散策、野草採食、反芻、伏臥休息などを行ったにもかかわらず、E放牧地の牛は広大な庇陰林を全く利用することなく、仮設庇陰舎を利用し得ない約半数の牛は庇陰舎周辺を徘徊し、直射日光に曝された。このような牛はしばしば日射病様の症状を示し、夜間に食欲の回復しないもの多くは、数日後に小型ピロ病となった。

この仮設庇陰舎の夏季における利用性は、牛群中の序列と密接な関係を有し、序列上位牛はこれをよく利用したが、序列下位牛はほとんど利用し得なかった。また、小型ピロ病の発生は序列上位牛では全く認められず、それは序列中位と下位牛のみに認められ、発病率は下位牛でとくに高く、約50%が本病に罹患した(表-1)。狭隘な庇陰舎の利用は牛の序列によりきまり、これが小型ピロ病の発病と関連することが明らかとなった。またこれは、夏季の日射が本病の発病誘因の一つであることを示唆するもので、利用性の高い庇陰施設の設置と序列下位牛の適切な管理が小型ピロ病の発病防止に有益なことを示している。

なお、E放牧地の庇陰林は通風不良で高湿度であったが、これが利用性の乏しい所以であると思われた。また、その仮設庇陰舎内の地温は25℃を越え、牛の伏臥には適さないものであった。またA、E両放牧地の牛の行動の著しい相違は、春季における反芻時間と採食時間の比にみられ、E放牧地のそれはA放牧地のほぼ2/3であった。これはE放牧地の草の採食性の不良なことを示唆し、これがE放牧地における増体の劣る一因とも思われた。

3 実験的暑熱負荷が牛の生理諸元に及ぼす影響

上述の調査から、小型ピロ病の発病には夏季の暑熱が関与するように思われたので、次にこれを実験的に確めるため、まず、小型ピロ未感染牛に対する暑熱の影響を調べることにした。すなわち体重200~300kgのホルスタイン去勢牛に、ズートロンを用いて体感温度を変えて暑熱を負荷し、それに対する牛の耐性の限界、生理諸元の変動、病理学的所見などを観察し、次のような結果を得た。

体感温度3.1~4.0℃の暑熱を負荷すると、牛はまず著しい呼吸数の増加を示し、体温は次第に上昇する。体温が4.0℃を越すと元気、食欲、反芻の低下と流涎の増加がみられ、4.1℃を越すと第一胃と腸の運動、および皮膚反射の低下が認められた(表-2)。体温が4.2℃を越すとこれらの諸症状は一層顕著になり、心拍数も著増して重症化し、4.2.7℃を越えた牛は暑熱負荷を中止してもさらに体温が上昇し死に至った。これらの経過は体感温度が高い程速やかで(表-3)、またそれらの諸症状は前述の野外例に認められた日射病様症状の牛の所見に類似するものであった。体温調節可能な限界を4.2.5℃とすると、これに達する時間は、体感温度3.1℃では1.4.4時間以上、3.2℃では約8.4時間、3.4℃で2.4~6.0時間、3.5℃で1.5時間、3.7~4.0℃では6~8時

間で、これが暑熱に対する耐性の限界と思われる。

暑熱感作時には頸静脈血の白血球数、炭酸ガス分圧、Ca、および無機P濃度などの低下と、pH、尿素態窒素、クレアチニン、LDHとGOT活性などの上昇がみられ、体感温度32℃以上の致死および重症例では、全身性の充出血、骨格筋の煮肉状変化と肺の水腫性変化などがみられた。なお、重症時に負荷を中止し、死を免れた牛では24時間以内に一般臨床症状、血液所見ともに回復し、5日目の剖検では何ら変化が認められなかった。

4 夏季の直射日光下における牛の生体反応

次に体重約200kgの小型ピロ感染ホルスタイン去勢牛を、夏季高温の直射日光下に2日間づつ2回繋牧し、その際の生体反応を観察し、次のような知見を得た。

繋牧牛は全て体感温度の上昇と共に、呼吸数、体温、心拍数が増加し、それらは体感温度の下降と共に回復した(図-2)。供試牛4頭中3頭は約2.5カ月間放牧馴致したもので、他の1頭は供試時まで終始舎飼したものであるが、この1頭は高温時に元気、食欲、反芻、胃腸運動、皮膚反射などの明らかな低下と流涎の増加が認められ、繋牧2日目に致死した。この牛では、高温時にヘマトクリット値、白血球数、血清のCa、無機Pなどの減少や、尿素態窒素、クレアチニン、GOT活性の増加が認められた。しかし、他の3頭は呼吸数、体温、心拍数、ヘマトクリット値、尿素態窒素、クレアチニンの変化を除いて、ほとんど変化はみられなかった。これは暑熱負荷に対する放牧馴致の効果を示唆するものであるが、未馴致牛の数を増してなお検討する余地がある。

繋牧時の最高体感温度は26~32℃であったが、その体温上昇速度は前述のズートロンでの暑熱負荷時の体感温度34~40℃に当る。これは繋牧牛では気温、湿度の外に、日光の輻射熱の影響が大きいことを示している。

また、繋牧牛では体温の上昇と共に、心拍数が著しく増加したが、これもズートロンでの実験ではみられないことで、日光の輻射の影響と思われる。致死牛の剖検所見は、ズートロンでのそれと全く同様であった。なお小型ピロ原虫数の増加はみられなかった。

5 各種感作の小型ピロ原虫の消長に及ぼす影響

上述の繋牧による暑熱負荷は小型ピロ原虫の消長に何ら影響を与えなかったが、これはその実験観察期間が短いためと思われる。そこで、その負荷、観察期間を延長してそれを調べると共に、降雨や飼料の変換の影響を実験的に確かめることとした。すなわち、体重80及び120kgの2頭のホルスタイン去勢牛に小型ピロ原虫を接種し、持続性感染の成立を確めた後、各種条件を負荷したところ、表-4に示すような成績を得た。ズートロンによる暑熱負荷では体感温度27.4~36.1℃7日間の連続的感作で、小型ピロ原虫の明らかな増殖とヘマトクリット値の低下、血球像での貧血所見が出現し、小型ピロ病の初期病像が認められた。この条件は盛夏高温時の夜間と昼間の直射日光を考慮したものであるが、直射日光を考慮しない体感温度27.4~31.8℃では、27日間の感

作でも本原虫の増加は全く認められなかった。これは夏季の晴天時に庇陰施設を利用出来なかった牛に、小型ピロ病が多発したという前述の調査結果を裏付けるものであるが、実験牛を夏季晴天時に繋牧したところ、数日目から著しい原虫の増殖が認められ、それが再確認された。なお、この実験では濃厚飼料から青草への飼料の変換を伴ったが、舎飼時におけるこの切換えの影響はほとんど認められなかった。

また、梅雨期および夏季における強い降雨に擬して、ズートロン内で30mm/時間の降水を連続6～8時間づつ2～7日間負荷したところ、小型ピロ原虫数は明らかに増加し、ヘマトクリット値の低下を示すこともあった。これは放牧地で牛が遭遇する降雨も、小型ピロ病の発病誘因になりうることを示唆するものである。

なお、この暑熱負荷時の生体反応は、前述のズートロンおよび繋牧牛にみられたそれと同様で、降水負荷時には震戦と体温の低下、下痢が認められた。また、負荷の条件を問わず、小型ピロ原虫の増殖が認められた場合には常に著しい体重の低下を認めた。小型ピロ原虫接種後にみられる原虫増殖期には、原虫数は感作時のそれより明らかに多いにもかかわらず、体重の低下が全く認められなかったことから考えると、感作時の体重の低下は本原虫の増殖に起因するのではなく、体重低下を招くようなストレスが持続感染状態の小型ピロ原虫の再増殖を促すものと思われる。舎飼における19日間の青草給与実験では、後期に体重の減少が認められ、この終了後直ちに小型ピロ原虫の増殖傾向がうかがわれた。これは栄養の低下が本原虫の増殖に関与することを示唆するもので、前述の調査成績と一致するが、さらに検討する必要があると思われる。

以上の調査、実験の成績から、放牧牛にみられる小型ピロ病の多発は温、湿度、日射、降雨を含む気象条件が本原虫の牛体内における増殖を促すことが明らかになったが、これはまたそれらの影響を避ける施設や管理が本病の発生を防ぐ有効な一手段であることを示している。しかし、小型ピロ原虫がどのようなメカニズムにより増殖するかは不明で、今後の検討課題の一つである。

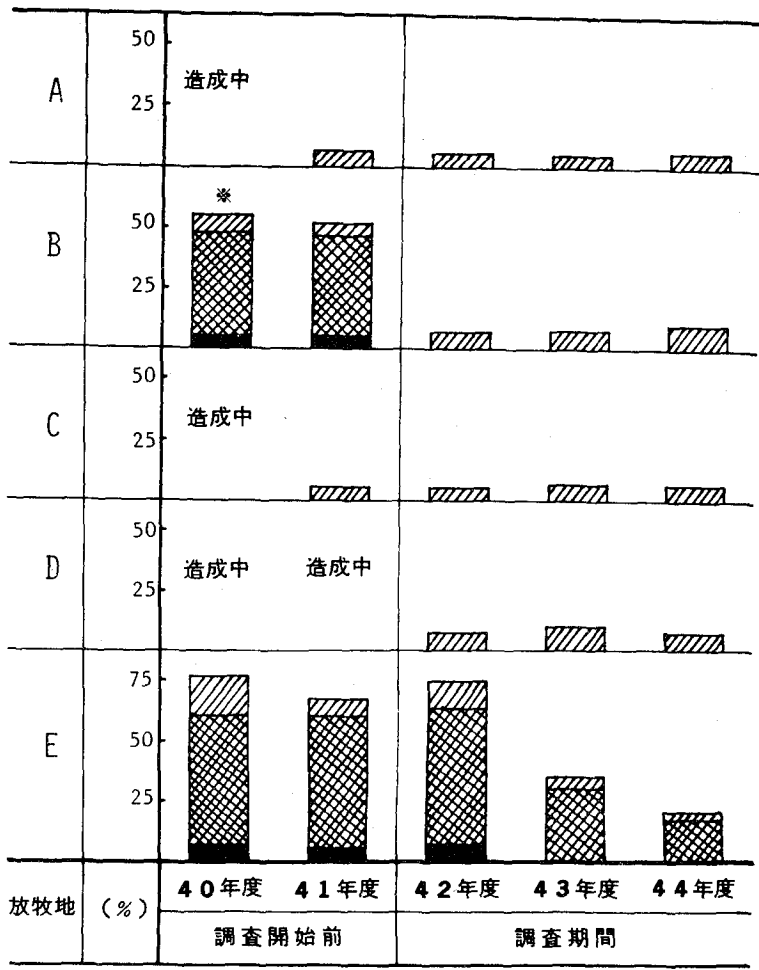


図1 年次別病牛・死亡牛発生概況

* ■: 死亡牛, ▨: 小型ピロ病, ▩: 一般疾病
 小型ピロ病は放牧日誌などから推定

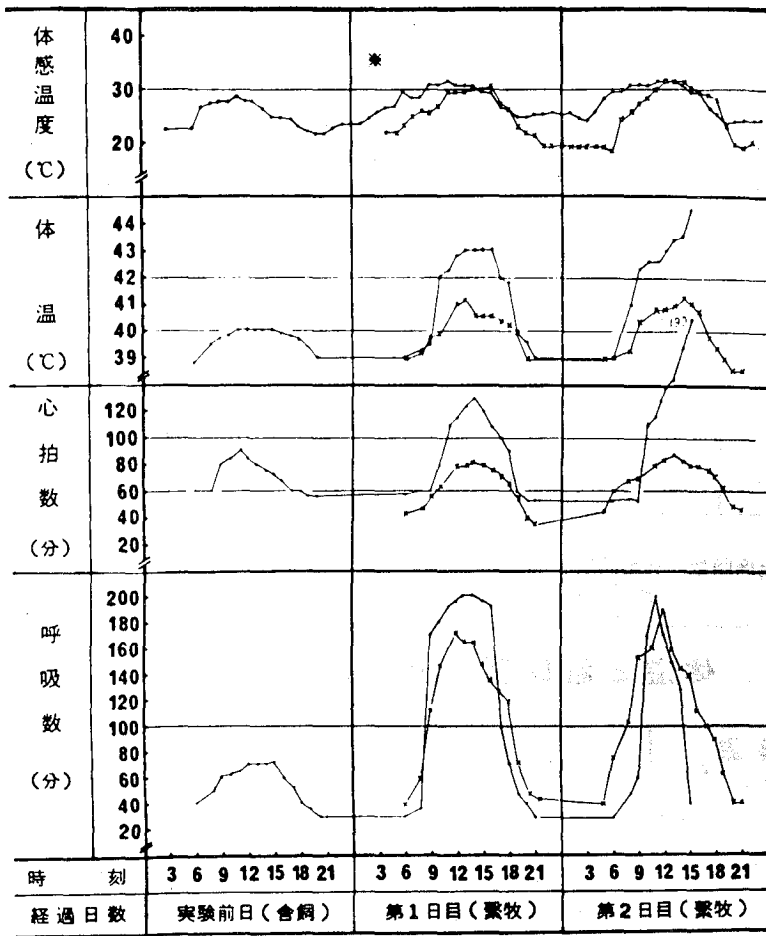


図2 第1回実験における体感温度，体温，心拍数，および呼吸数の消長

* — 9号牛 - - - 10-12号牛(平均値)

表 1 序列別にみた庇陰舎の利用性と発病率 (小型ピロ病)

年度	序列	頭数	庇陰舎の利用性と発病率 % ※				計
			I (終日入れる)	II (時々入れる)	III (時々入ろうとする)	IV (入ろうとしない)	
43	上位	13	0 (0/12)	0 (0/1)	—	—	0 (0/13)
	中位	24	0 (0/4)	22.9 (2/9)	0 (0/5)	66.7 (4/6)	25.0 (6/24)
	下位	18	—	—	50.0 (3/6)	75.0 (9/12)	66.7 (12/18)
	計	55	0 (0/16)	20.0 (2/10)	27.3 (3/11)	72.2 (13/18)	32.7 (18/55)
44	上位	11	0 (0/10)	0 (0/1)	—	—	0 (0/11)
	中位	17	0 (0/3)	0 (0/6)	0 (0/4)	40.0 (2/5)	11.8 (2/17)
	下位	13	—	—	33.3 (1/3)	60.0 (6/10)	53.8 (7/13)
	計	41	0 (0/13)	0 (0/7)	14.3 (1/7)	53.3 (8/15)	22.0 (9/41)

※ ()内は(発病頭数/利用頭数)

表 2 体温と臨床変化との関係 (数字は出現率, %)

臨床所見	体温 (°C)	<40	40-41	41-42	42-43	>43
	元 気 喪 失			62.5	87.5	100
食 欲 不 振		25.0	87.5	100	100	100
反 す う 低 下		12.5	87.5	100	100	100
流 涎 増 加			71.4	71.4	85.7	100
第 一 胃 運 動 低 下				62.5	100	100
腸 運 動 低 下				62.5	100	100
皮 膚 反 射 低 下 *				42.9	85.8	100

* 1例 (No. 1, 体感温度 31°C) は著明な変化なし

表 3 感作条件と供試牛の転帰

供 試 牛				感 作 条 件 *2				転 帰
No.	月 齢 (月)	体 重 (Kg)	性	室 温 (°C)	湿 度 (%)	体 感 温 度 (°C)	時 間 *3	
1	6	204	♂	33	80	31	144	重症，殺
2	14	310	♂	35	70	32	84	重症，感作中止後回復
3	6	202	♂	36	80	34	86	死亡
4 *1	14	310	♂	36	80	34	36	重症，感作中止後回復
5	12	285	♂	36	80	34	36	重症，感作中止6時間後死亡
6	12	290	♂	38	70	35	17	重症，感作中止後回復
7	12	272	♂	42	60	37	7	死亡
8	6	201	♂	42	80	40 *4	8	死亡

*1 No. 2 を回復5日目から再供試

*2 感作前1-2日は全て20°C・60%とし，感作後の条件

*3 温湿度感作開始後，感作中止，または死亡までの時間

*4 感作開始後，この条件に達するのに約5時間を要した（体感温度は2時間で31°C，3時間で35°C，4時間で36°C）

表4 各種感作時の血液と主要臨床所見

実験名	牛 No.	感作 日数	感作 条件	体 温 度 (℃)	血液所見			主要臨床所見								
					*1 小型ピロ増	*2 Ht減少	*3 貧血所見	*4 体重 減少	体温 上昇	呼吸 増加	心拍 増加	震 動	震 動	震 動	震 動	震 動
高温 感作	1	1-7	30℃・70%	27.4	-	+	-	-	+	+++	++	-	-	-	-	-
		8-27	35℃・70%	32.4	-	+	-	-	+++	+++	++	-	-	+	++	-
	2	1	30℃・70%	27.4	-	-	-	+++	++	+	-	-	-	-	-	-
		2-6	*6 40℃・70%	36.1	++	++	-	+++	++	++	++	-	-	+	+++	-
	14	1	30℃・70%	27.4	+	-	-	++	+	-	+++	-	-	-	-	-
		2-6	*6 40℃・70%	36.1	++	+	+	++	++	++	++	-	-	-	+	-
繋 牧	14	1-3 ^{*8}	31-32 ^{*9}	28	-	-	-	}+++	+++	+++	*7	+++	-	-	+	-
		4-6 ^{*8}	33-34	30	++	+	+		++	+	+	+	-	-	±	-
		7-14	27-32	23-28	+++	++	++	-	++	++	-	-	-	-	-	-
		15-28	22-28	18-24	++	-	-	-	++	-	-	-	-	-	-	-
青草給与	13	18	通常の飼料 19-30	16-25	±	+	-	-	++	-	-	-	-	-	-	-
降水 感作	1	2	17℃・6時間	/	+	+	-	++	-	-	+++	+++	+++	+	+++	±
		6	10℃・8時間	/	-~+	-	-	+++	-	-	+++	+++	+++	+	+++	±
	14	7	17℃, 35℃, 7℃・8時間	/	+	++	-	+++	-	-	-	+++	+++	+	+++	+

- *1 小型ピロ増(実験開始時の値との比較) + : < 10個, ++ : 11~20個, +++ : > 21個
- *2 Ht 減少 + : 実数で5%以内の減少, ++ : 実数で6%以上の減少
- *3 貧血所見 赤血球の大小不同症, 多染性赤血球, および塩基性顆粒性赤血球の出現 + : 軽度, ++ : 中等度
- *4 体重減少 日増体量が-1000g以内 : +, -1000~-2000g : ++, -2000g以上 : +++
- *5 体温上昇 + : < 40℃, ++ : 40.1~41.0℃, +++ : > 41.1℃
呼吸数増加 + : < 100回/分, ++ : 101~120回/分, +++ : > 121回/分
心拍数増加 + : < 80回/分, ++ : 81~100回/分, +++ : > 101回/分
- *6 昼間8時間のみ40℃・70%
- *7 心拍数は測定せず
- *8 配合飼料を1日2Kg給与, 牧草は自由採食としたが, 採食は極めて不良
- *9 直射日光下の最高気温

審査結果の要旨

放牧牛の小型ピロプラズマ（以下小型ピロと略す）病の発生率は極めて高く、放牧病対策即小型ピロ病対策ともいわれているが未だ的確な効果が期待される予防法は確立していない。著者は本病が放牧時にのみ多発することから、その環境条件が発病に関与するのではないかと考え、その要因の解明を企だて以下の知見を得た。

著者はまず、青森県下の小型ピロ汚染放牧地を調査し、感染率に差はないにもかかわらず、その発病は特定の放牧地にもみられることを知った。各放牧地の気象条件は同様であったが、多発放牧地では有効な庇陰施設を欠き、狭陰な庇陰舎は牛群中社会的序列の上位牛に占められ、下位牛は夏季晴天時に長時間直射日光に曝され、しばしば日射病様症状を示し、その重症例が数日後に小型ピロ病になることを明らかにした。これは夏季の暑熱が本病の発病誘因の一つであることを示唆するもので、利用性の高い庇陰施設の設置と序列下位牛の適切な管理が小型ピロ病の発生防止に有効なことを示している。また、ここで庇陰施設の具備すべき条件を指摘した。

つぎに、著者はズートロンを用いて、温、湿度を変えて暑熱を負荷し、牛の生理諸元、血液成分の変動、耐性限界、病理的变化を観察し、従来記載の乏しかった牛の熱射病の進展健況を明らかとした。ついで、夏季高温時に牛を直射日光下に繋牧し、同様な観察を行なったところ、体感温度に比して生体反応は速やかに且つ著明にあらわれ、体感温度 26～32℃のそれはズートロンでの 34～40℃負荷時に相当し、野外では気温、湿度のほかには日射の影響の大きいことを示した。

そこで、人為的に小型ピロ持続感染牛を作成し、ズートロンで暑熱負荷を与えたところ、夏季の気温に当る体感温度では小型ピロ原虫の増殖は認められないが、これに日射の影響を加味した体感温度では数日の感作で、その明らかな増殖とヘマトクリット値の低下、血球像での貧血所見が出現し、夏季晴天時に庇陰施設を利用し得る牛に小型ピロ病が多発したという前述の調査結果を裏付けた。またこれを感染牛の繋牧実験により再確認した。

ついで、梅雨期および夏季における強い降雨に擬して、ズートロン内で降水感作を感染牛に負荷したところ、小型ピロ原虫数の明らかな増加をみ、放牧地での降雨も小型ピロ病の発病誘因となり得ることを示した。

なお、著者は放牧地の調査から栄養の低下が発病に関与し、また本病の免疫には多くを期待し得ぬことなどを示唆した。

以上の知見は本邦の放牧牛に多発する小型ピロプラズマ病の発病に関する環境要因を明らかとすると共にその発生を防ぐ有効な手段を示唆したもので、畜産学に寄与するところ多く、審査員一同は著者は農学博士の学位を受けるに充分なものと認めた。