

種雄牛の性機能に関する研究

— 特に夏季造精機能障害の栄養学的要因について —

石井 孝*・森田二郎**

平成2年5月31日受付

Studies on the Reproductive Capacity in Bulls

Nutritional Aspects of the Summer Sterility

Kou ISHII* and Ziro MORITA**

It is generally considered that the summer sterility is due to summer heat stress, but the mechanism and the precaution of the summer sterility are still obscure. In order to investigate the cause and to establish the precaution of the summer sterility, environmental and nutritional factors of the summer sterility have been studied with 28 bulls for 10 years. Results obtained are summarized as follows.

I. Environmental factors influencing summer sterility

The depression of sexual activity was observed in bulls exposed to 25 °C (ambient temperature) for 20 days with 70% RH, in the middle of July, and continued to the middle of October. The symptoms were the depression of libido, sperm concentration, sperm motility, sperm livability, sperm respiratory activity, sperm fructolysis and the increase of abnormal sperm percentages, but the seasonal variation was not observed in semen volume. There was some evidence that the summer sterility would be related to erythropthisis and to hepatic function.

II. Nutritional factors influencing the summer sterility

Nutritionally, semen quality can be improved, in summer, by the increase of feed intake, supplementation of vitamins A, D, E or some amino acids, and summer sterility in bulls can be partly prevented by these treatments.

* 島根県松江家畜保健衛生所

* *Matsue Livestock Hygiene Service Center*

** 鳥取大学農学部獣医学科畜産学研究室

** *Department of Veterinary Science, Faculty of Agriculture, Tottori University*

緒 言

わが国の種雄牛の1頭当たりの授精雌牛頭数は、人工授精の場合は乳用牛350頭、肉用牛216頭、自然交配の場合は乳用牛62頭、肉用牛39頭である(農林省調査資料)¹⁰⁾。種雄牛1頭の供用規模がこのように大きいにもかかわらず種雄牛の繁殖機能障害について雌牛ほど多く論じられないのは、常に優良精液による授精または健康な個体による交配が前提となっているからと考えられており^{9), 11)}、この分野における諸問題は依然として未解決のまま残されている。

種雄牛の繁殖機能障害に関与する要因として、正木(1977)^{9), 11)}は内分泌、年齢、季節、栄養、管理、遺伝、免疫、感染などの8要因を挙げているが、これらの要因のうち、季節的影響については数多くの報告があり、いずれも夏から秋にかけて精液性状が不良となり、あるいは受胎率の低下を論じたもので、そのために種雄牛は繁

殖に供用できなくなる。夏季における種雄牛の繁殖機能障害は一般に夏季不妊(Summer Sterility)とも呼ばれ牛のみではなく他の動物、例えばめん羊、山羊、家兎などにおいてもこの現象が起こることが認められている¹⁾。

夏季に受胎率が低下することについては雌牛側の性機能も考慮しなければならないが、一般に、正常な同一雄牛の精液を冬季と夏季に授精した場合、夏季に採取した精液はいずれの時期に授精しても冬季の精液より受胎率の著しく劣ることが認められるので、夏季受胎率の低下する要因は精液側にあると指摘される。夏季から秋季にかけて起こる雄畜の繁殖機能障害は、主として高温に起因するものであると一般に考えられているが、夏季の高温、高湿が牛体にどのように作用して究極的に繁殖障害を起こさせるかは依然として不明のまま残されているし、したがってその対処策も講じられていない。

本論文は夏季に繁殖障害に陥る種雄牛を試験牛、障害歴を有しない種雄牛を対照として、両群を同一飼養条件

第1表 供試種雄牛の概要

種 類	供試牛番 号	名 号	生年月日(昭和)	繁 殖 供 用 開始年月日	産 地	夏季性機 能障害歴
ホルスタイン種	1	ヤ ン ド ラ	32. 3. 27	33. 11. 13	北 海 道	有
	2	ス カ イ ラ ー ク	36. 12. 13	38. 11. 28	北 海 道	有
	3	コ バ ー	32. 11. 17	34. 4. 1	北 海 道	有
	4	キ ン グ	37. 11. 3	39. 6. 4	北 海 道	
	5	第 2 ヒ カ リ	39. 1. 20	40. 4. 30	北 海 道	有
	6	ウ オ ー カ ー	40. 7. 8	43. 7. 1	兵 庫 県	
	7	デ コ ー ル	39. 6. 20	41. 5. 24	北 海 道	有
	8	マ ラ ソ ン	35. 8. 1	37. 7. 16	北 海 道	有
	9	第 2 ル ー シ ー	40. 5. 12	41. 12. 2	北 海 道	
	10	ラ グ ア ッ プ ル	41. 9. 4	43. 3. 4	福 島 県	
	11	ジ ャ ネ ラ ル	41. 10. 4	43. 7. 1	兵 庫 県	
	12	マ チ ム ラ	42. 4. 15	43. 11. 7	北 海 道	有
	13	ア ワ ベ リ ン ダ	40. 3. 3	42. 10. 9	米 国	
	14	サ ー プ リ リ ー	41. 3. 21	43. 2. 20	岩 手 県	有
	15	ミ ソ ノ	42. 9. 8	44. 6. 3	北 海 道	
黒 毛 和 種	16	第 6 池 田	37. 11. 6	40. 7. 20	広 島 県	
	17	第 8 高 神	37. 3. 23	39. 3. 3	鳥 取 県	
	18	第 高 栄	39. 1. 10	41. 1. 7	鳥 取 県	有
	19	第 14 茂	40. 1. 6	41. 12. 16	岡 山 県	
	20	第 栄 光	41. 3. 14	42. 8. 15	鳥 取 県	有
	21	宝 栄	41. 6. 1	42. 7. 21	岡 山 県	有
	22	豊 参	39. 7. 8	43. 3. 28	鳥 取 県	
	23	谷	41. 3. 1	42. 8. 1	鳥 取 県	有
	24	宝 山	41. 2. 5	42. 10. 1	鳥 取 県	
	25	山 根	42. 1. 15	43. 6. 10	鳥 取 県	有
	26	清 花	40. 4. 1	41. 9. 1	鳥 取 県	
	27	佐 々 光	43. 9. 28	45. 6. 12	鳥 取 県	
	28	第 2 聖	44. 1. 10	45. 7. 17	岡 山 県	

のもとに種々栄養条件を変えて繁殖機能の改善を試みた実験を行い、夏季における繁殖機能障害の原因、特に栄養学的究明を目的としたものである。

なお、本実験は昭和37年より断層的に10年間にわたって行ったものであり、得られた成績は部分ごとに日本畜畜学会あるいは同関西支部会で口頭発表した。

実験材料及び方法

1 実験材料

この試験に用いた試験牛は合計28頭に及び、それぞれの名号、生年月日、繁殖供用開始年月日、産地及び夏季性機能障害歴の有無については第1表に一括して示した。これらの試験牛はともに島根県立畜産試験場及び島根県立種畜センターに繋養し、種畜牛として繁殖に供用しているものである。なお、各実験に用いた試験牛はこれらのうちから選び出したものを用いており、実験項目ごとに供試牛番号を明記した。

2 実験方法

測定項目として障害牛及び正常牛から得られた精液性状（精液量、PH、精子活力、精子生存率、精子濃度、精子奇形率）、精子代謝能力（呼吸量及び解糖量）、精子保存率（保存後7日目の活力）及び精子耐凍性（凍結融解後の精子活力）ならびに性欲度とした。また、血液性状として赤血球数、白血球数、血清蛋白濃度、グロス反応、ルゴール反応、コリンエステラーゼ活性及び寄生虫検査

を実施した。これらの測定項目と測定方法については一括して第2表に表示した。精液性状のうち、精子活力というのは最活発に運動している精子の百分率を示すものである。その他、畜舎内の気温及び湿度の測定には自記温度計、自記湿度計（1週間計）を使用し、自然状態で測定した。

実験結果

(1) 気温・湿度が種雄牛の性機能に及ぼす影響

島根県立畜産試験場の繋養種雄牛のうち夏季に造精機能障害を起こす個体があり、その原因を究明する目的で同一飼養条件下の種雄牛を対照として畜舎内気温・湿度と性機能との関係について調査した。

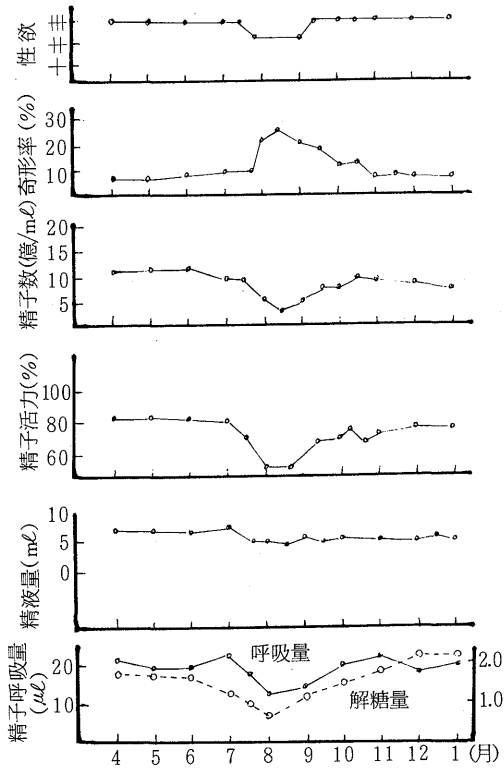
本実験に用いた試験牛は、夏季造精機能障害歴のある1号及び2号牛で、対照として障害歴のない3号、4号、5号及び16号牛を用いた。

調査結果は第1～3図に示すとおり、第1図に夏季造精機能障害牛における精液性状の年間変動を、第2図に障害牛における血液性状の年間変動を、第3図に畜舎内における気温と湿度の年間変動を示した。

舎内平均気温が25℃に上昇してから約20日、平均湿度が70%に上昇してから約50日経過した頃より性機能に障害を示す種雄牛が認められた。夏季性機能障害を起こした種雄牛はホルスタイン種2頭で、1頭は7月下旬より9月下旬、他の1頭は8月下旬より10月中旬まで性機能

第2表 測定項目および測定方法

測定項目	測定方法
精液性状：量、PH、活力、生存率 射出精子数、形態	西川式活力計算盤 カルボールフクシン染色及びギムザ染色
精子代謝能：呼吸量 解糖量	ワールブルグ検圧法 MANN法による果糖消費量
精子耐凍性：凍結融解後の活力	液体窒素ガスによる簡易急速凍結法
精子保存性：液状保存7日目の活力	精液を5倍希釈し、液状で4℃保管
性欲：採精までに要する時間	性欲度の評価法は次のようである †：精液採取に際し直ちに興奮し、陰茎の勃起、副生殖腺分泌液の漏出が見られ、数分のうちに射精に至るもの ‡：これらの反応が鈍く、精液採取に10～15分を要するもの †：精液採取に20分以上要するもの
血液性状他：赤血球数 白血球数 血清蛋白濃度 グロス反応 ルゴール反応 コリンエステラーゼ活性 寄生虫検査	トーマ血球計算盤 トーマ血球計算盤 日立蛋白計 ビューレット（ハイエム氏液） スライド（ルゴール氏液） コリンエステラーゼ管による方法 糞便検査、血液原虫検査

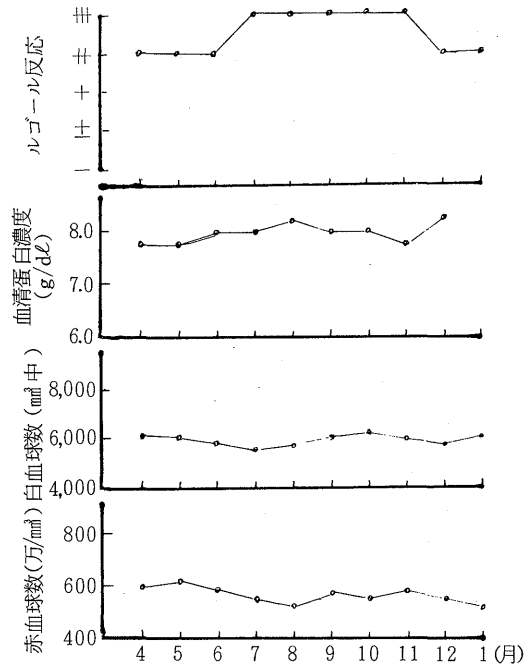


第1図 夏季造精機能障害牛における精液性状の年間変動

供試動物は1号及び2号牛。対照牛として3号、4号、5号及び16号牛を用いた。

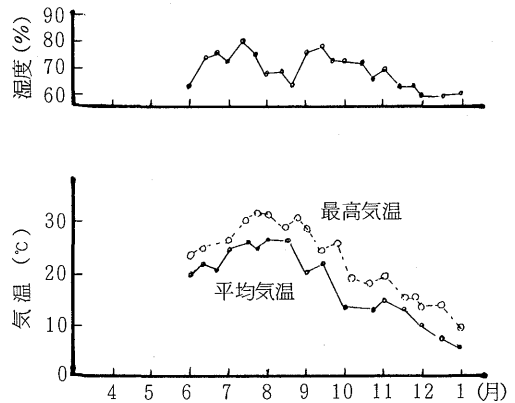
の障害を認めた。夏季性機能障害牛では精子活力の低下、精子濃度および総精子数の減少と精子奇形率の増加が著明であった。しかし、精液量には著変が認められなかった。精子の呼吸量は、障害歴を有する2頭の牛では8~10月の3か月に著しい低下がみられ、特に9月において著明であり、他の時期の約2/3ないし3/4に低下した。また、果糖消費量においても呼吸量でみられたのとまったく同様の傾向が認められた。

供試牛の赤血球数は416~1,026万、白血球数は5,100~10,800万、血清蛋白濃度は6.4~8.4g/dlの範囲であった。夏季性機能障害を起こした2頭は赤血球数の減少とルゴール反応の陽性ないし強陽性を示した。血清蛋白濃度では、ルゴール反応陽性を示したものは血清蛋白濃度が高い傾向が認められた。性機能正常牛の中で1頭は夏



第2図 夏季造精機能障害牛における血液性状の年間変動

供試動物は1号及び2号牛。対照牛として3号、4号、5号及び16号牛を用いた。



第3図 畜舎内における気温と湿度の年間変動

季にルゴール反応陽性となったものがあつたが、他の3頭は陰性であつた。

以上のごとく、夏季性機能障害牛は赤血球数の減少と肝機能の減退が認められ、軽度の貧血、肝機能ならびに性機能の三者の関連性が示唆された。

一方、対照牛群においては精液性状、精子代謝能力、血液性状ともに年間変動はきわめて少なく、平均値において試験牛との間に有意差を認めた ($P < 0.05$)。

夏季性機能障害牛に対してPMS、HCG製剤あるいは合成睾丸ホルモン製剤を投与したが、性機能低下に対する予防効果は認められなかった。

(2) 肝賦活剤の投与が種雄牛の性機能に及ぼす影響

肝機能の減退および障害に陥ると性機能障害を起こすという報告がある。そこで著者は肝機能の賦活化をはかって内分泌器官の調整を行うことにより、牛の性欲減退症の治療目的を達することができるのではなからうかとの期待のもとに、種雄牛の性欲減退症に対して肝賦活剤を注射し性機能に及ぼす影響について試験した。

供試牛として性欲の減退したホルスタイン種3頭(1号, 2号, 5号), 黒毛和種2頭(18号, 21号)であつた。これらの供試牛はともに精液採取所要時間が30分以上要するもので性欲減退牛であつた。

肝賦活剤として50%ブドウ糖液500ml, メルチオB注射液200mlを1回の注射量とし, 24時間間隔で7日間投与した。なお, メルチオB注射液には100ml中にD₁メチオニン1g, ブドウ糖20gを含有したものである。

肝賦活剤の投与前後における精液性状と性欲を第3表

第3表 肝賦活剤の投与前後における精液性状と性欲

測定項目	肝賦活剤 投与前	投与後 (7日目)
精液採取所要時間(分)	35	15*
精液量(ml)	6	10*
精子濃度(億/ml)	10	13*
凍結融解後の精子生存率(%)	30	40*
保存後の精子生存率(7日目%)	40	50*

注1) 供試動物は1号, 2号, 5号, 18号及び21号牛。

2) 肝賦活剤として50%ブドウ糖液500ml, メルチオB注射液200mlを1回の注射量とし, 24時間間隔で7日間投与。

3) メルチオB注射液には100ml中にD₁メチオニン1g, ブドウ糖20gを含有。

4) *は投与前と比較して有意差を認めた ($P < 0.05$)。

に示した。すなわち, 注射後7日目の精液採取所要時間は投与前の35分から投与後の15分と著しく短縮された。また, 精液量と精子濃度においても増加の傾向が認められ, 投与前と比較して有意差を認めた ($P < 0.05$)。

精子の質的評価を示す凍結融解後の精子生存率は, 投与前が平均30%であつたものが投与後には40%と高まり, 液状で保存した精液(5°C)においても保存7日目の精子生存率は投与前40%であつたものが投与後では50%と向上し, 質的向上が認められた。

(3) 生草制限給与が種雄牛の性機能に及ぼす影響

飼料中のTDNの過不足が精液性状に及ぼす影響について, TDNの過剰給与は雄牛の性成熟を早め, 精液性状を良好ならしめるが, TDNの不足は性成熟をおくらせ精液性状に不良な結果をもたらすと報告がある²⁾。したがって, 性機能に影響する要因として高温以外にも求められ, 本実験では第一胃内の発酵熱が牛体に及ぼす影響を少なくすることを目的として生草を制限し, かつ摂取乾物量の増大をはかるために乾草を給与して性機能に及ぼす影響について試験を行った。

供試牛はホルスタイン種7頭(2号, 3号, 4号, 5号, 7号, 8号, 9号), 黒毛和種4頭(16号, 17号, 18号, 19号)であり, 生草制限区に2号, 4号, 5号及び7号牛を, 対照区(慣用法区, 生草非制限区)に3号, 8号, 9号, 16号, 17号, 18号及び19号牛を用いた。

第4表 生草を制限給与した場合の精液性状と性欲

測定項目	生草 制限区	対照 (慣用法区)
射出精液量(ml)	6.5	6.0
精子活力(%)	85*	55
精子濃度(億/ml)	13.0*	6.0
精子奇形率(%)	10.0	10.0
保存後の精子生存率(7日目%)	70*	40
性欲度	卅	卅

注1) 供試動物は生草制限区に2号, 4号, 5号及び7号牛を, 対照区に3号, 8号, 9号, 16号, 17号, 18号及び19号牛を用いた。

2) 生草制限区には体重当たり乾草を0.8~1.0%, 生草を1.1~1.5%給与。対照区には体重当たり乾草を0.1~0.3%, 生草を3.0~3.7%給与。濃原飼料は両区に1日当たり4.0~5.0kgとし, 5月から9月の5か月間給与。

3) *は対照区と比較し有意差を認めた ($P < 0.05$)。

生草制限区には体重当たり乾草を日量0.8-1.0%, 生草を日量1.1-1.5%給与し, 対照区には体重当たり乾草を0.1-0.3%, 生草を3.0-3.7%給与した。濃厚飼料は両区ともに1日当たり4.0-5.0%とし5月から9月の5か月間給与した。これらの養分給与量はNRC標準をみたすものであった。

生草を制限給与した場合と対照(慣用法による非制限区)における精液性状と性欲への影響を第4表に示した。生草制限区と対照との間には精液量, 精子奇形率の2項目において有意差を認めなかった。しかしながら, 対照区において例年通り夏季性機能障害歴のある牛は夏季に向って精子活力, 精子濃度, 保存後の精子生存率は著明な低下が認められたにもかかわらず, 生草制限区では精子活力が85, 精子濃度は13.0億/ml, 保存後の精子生存率は70%を示し質的向上がみられた。性欲については生草制限区と対照の間の差は著明でなく, 統計的有意差は認められなかった。

(4) 低水分サイレージ給与が種雄牛の性機能に及ぼす影響

種雄牛の性機能障害の対策として各種の薬物療法ならびに飼養管理の改善等が試みられているが, 夏季高温時に生草の給与を少なくし乾草を多給することにより種雄牛の性機能の低下を防止し得たとの広江らの報告がある¹²⁾。そこで夏季に種雄牛に生草を与えないでサイレージ(低水分サイレージ)を多給し, 性機能に及ぼす影響について試験を行った。

供試動物は5号, 6号, 9号, 10号, 11号, 12号, 13号及び14号の全計8頭のホルスタイン種牛であり, サイレージ給与区に6号, 10号, 11号及び12号牛を, 生草給与区に5号, 9号, 13号及び14号牛を用いた。サイレージ給与区には体重当たりの日量サイレージを1.3-1.6%, 乾草を0.3-0.6%給与。生草給与区には体重当たり生草を1.1-2.3%, 乾草を0.6-1.0%給与した。濃厚飼料は1日当たり両区に3.5-5.0kgとし, 1か月間給与した。

各個体の給与前と給与期間中の精液性状と性欲についての結果を第5表に示した。すなわち, 生草および乾草を給与した対照区においては射出精液量ならびに凍結融解後の精子活力が低下した牛がみられた(4頭中2頭)。

これに対し, 低水分サイレージおよび乾草を給与した試験区においては精液性状, 精子凍結能(凍結融解後の精子活力)ならびに保存後の精子生存率は正常値を示した。また, 性欲も向上した。サイレージを給与したおのおの牛の一般状態, 血液性状および肝機能に異常は認められなかった。以上のことから, サイレージの場合は

第5表 低水分サイレージを給与した場合の精液性状と性欲

測定項目	サイレージ給与区	生草給与区
精液量 (ml)	10.0*	5.0
精子活力 (%)	85	80
精子生存率 (%)	90	90
精子濃度 (億/ml)	10.2	11.1
精子奇形率 (%)	9.6	10.1
凍結融解後の精子活力 (%)	40*	30
保存後の精子生存率(7日目%)	60	55
性欲度	卅*	卅

注1) 供試動物はサイレージ給与区に6号, 10号, 11号及び12号牛を, 生草給与区に5号, 9号, 13号及び14号牛を用いた。

2) サイレージ給与区には体重当たりサイレージを1.3-1.6%, 乾草を0.3-0.6%給与。生草給与区には体重当たり生草を1.1-2.3%, 乾草を0.6-1.0%給与。濃厚飼料は1日当たり両区に3.5-5.0kgとし, 1か月間給与した。

3) *は生草給与区と比較し有意差を認めた($P < 0.05$)。

多給(青草に換算して体重比3.0%前後)してもさしつかえないことが実験的に確認され, 夏季にサイレージを給与することにより種雄牛の性機能低下は防止しうるものと推察された。

(5) 混合ビタミン剤の投与が種雄牛の性機能に及ぼす影響

種雄牛の性機能障害の対策として, ホルモン療法, 各種薬品, 栄養剤ならびに飼養管理の改善などが試みられている。比較的最近, 水溶性ビタミン混合剤の注射が種雄牛の精液性状の改善, 性欲の増進などに効果があるとの報告がある^{13, 14)}。そこで, 性機能減退牛に対して水溶性ビタミンADEを注射し, 種雄牛の性機能に及ぼす影響について検索した。

供試動物は7号, 18号, 19号及び20号牛であり, 7号牛は精液量が少ない(3.0-3.5ml), 精液採取所要時間が20分以上を要する, 20号牛は精液量が少ない(3.0-3.5ml)などの性特徴を有したものであった。

混合ビタミン剤は1月から7月の7か月間に4回投与し, 投与法は臀部筋肉内注射であった。供試した混合ビタミン剤はInjacom ADE(武田薬品社製)で, 1回の投与量は5-6ml, 1ml中にビタミンAを50万, D₃を7.5万, Eを50単位含有したものであった。

得られた結果を第6表にまとめた。ビタミン ADE 投与後においては投与前と比較し、精液量の増加、精子奇形率の減少、凍結融解後の精子活力の向上、精液採取所要時間の短縮（性欲の増強）が認められ、特に7号牛でこの傾向は著明であった。赤血球数、白血球数、血清蛋白濃度、グロス反応、ルゴール反応、コリンエステラーゼ活性および寄生虫検査についてはビタミン ADE 投与前後に試験したが、血液性状および肝機能は正常であった。

第6表 混合ビタミン剤(ADE)投与前後における精液性状と性欲

測定項目	混合ビタミン剤投与前	投与後
精液量 (ml)	3.0	4.6*
精子活力 (%)	85	85
精子生存率 (%)	95	95
精子濃度 (億/ml)	12.2	12.6
精子奇形率 (%)	11.6	7.5*
凍結融解後の精子活力 (%)	35	50*
保存後の精子生存率(7日目%)	65	65
性欲度	+	卅*

注1) 供試動物は7号, 18号, 19号及び20号。

2) 混合ビタミン剤は1月から7月の間に4回投与し、投与法は臀部筋肉内注射。供試した混合ビタミン剤は Injacom ADE (武田薬品製) で、1回の投与量は5-6 ml。1 ml 中にビタミンAを50万、D₃を7.5万、Eを50 I. U含有。

3) *は投与前と比較し有意差を認めた (P < 0.05)。

(6) アミノ酸混合剤の投与が種雄牛の性機能に及ぼす影響

石神と谷村 (1966)⁵⁾ はヒトの精子欠乏症の患者にアルギニン塩酸塩を日量500mg経口連続投与した結果、ほとんど全例に精子数ならびに精子運動率の改善がみられ、23例中6例に妊娠をみたと報告している。また、雌牛の性機能に及ぼすアミノ酸製剤の効果については黒田ら (1967)⁶⁾ が L-アスパラギン酸と L-アルギニン塩の両者を含有するアミノ酸製剤を25頭の低受胎牛に40日間給与することにより84-90%の高率の受胎率を得ており、アスパラギン酸とアルギニンによる子宮機能及び卵巣機能の賦活作用により受精卵の着床に好影響を及ぼしたものと考へた。以上のようにアミノ酸の給与が性機能に及ぼす影響が示唆されているので、種雄牛に対して夏季にアミノ酸混合剤 (L-リジン, L-アルギニン, L-ア

スパラギン酸) を投与し、種雄牛の性機能に及ぼす影響について検討した。

供試動物は12号, 15号, 23号, 24号及び26号牛とし、27号と28号牛を対照とした。これらの供試牛のうち、12号, 23号及び25号牛は習慣性の夏季性機能障害牛であり、夏季における保存精子活力は55-60%、凍結融解後の精子活力は20-25%までに悪化するものであった。

供試薬品のアミノ酸混合剤 (AMC-10, 協和醸酵工業製) は1 g中にL-リジンを400mg, L-アルギニンを100mg, L-アスパラギン酸を100mg, 脱脂米ヌカを400 mg含有するものであった。給与レベルを体重10kg当たりの日量0, 0.5, 1.0, 2.0 gの4レベルとし、おのおの42日間投与した。各レベルに対し2頭ずつ試験に供した。

得られた結果は第7表に示す通りである。すなわち、アミノ酸混合剤 (AMC-10) を体重10kg当たりそれぞれ2.0, 1.0, 0.5 g (日量) の3区を設け投与した結果、いずれの区においても性機能 (精子濃度と性欲) が増進する傾向が認められた。また、アミノ酸混合剤を給与した場合には夏季性機能障害歴のある牛3頭ともに夏季性機能の低下は認められなかったのに反し、給与しなかった対照区2頭とも夏季に向かって性機能の低下が認められた。

第7表 アミノ酸混合剤投与前後における精液性状と性欲

測定項目	アミノ酸混合剤投与前	投与後
精液量 (ml)	5.0	5.0
精子活力 (%)	85	85
精子生存率 (%)	95	95
精子濃度 (億/ml)	13.2	13.5*
精子奇形率 (%)	14.5	12.3
凍結融解後の精子活力 (%)	35	35
保存後の精子生存率(7日目%)	65	70
性欲度	卅	卅*

注1) 供試動物は12号, 15号, 23号, 24号, 25号及び26号牛。

2) アミノ酸混合剤 (AMC-10, 協和醸酵工業製) は1 g中にL-リジンを400mg, L-アルギニンを100mg, L-アスパラギン酸を100mg, 脱脂米ヌカを400mg含有。給与レベルを体重10kg当たりの日量0.5, 1.0, 1.5, 2.0 gの4レベルとし、おのおの42日間投与。

3) *は投与前と比較し有意差を認めた (P < 0.05)。

(7) アスパラギン酸塩の投与が種雄牛の性機能に及ぼす影響

兵庫県立種畜場 (1967)⁹⁾ が原因不明の受胎困難牛20頭に対してアスパラギン酸塩を供与したところ90%の18頭が受胎したという成績を報告して以来、各々の試験場でも同様の試験が行われ、等しく受胎率の著しい向上を認めている。一方、種雄の性機能に対するアスパラギン酸塩の効果についての文献はまったく欠けている。前項の実験結果でアスパラギン酸への期待も持たれるので、種雄牛の性機能減退症に対し、アスパラギン酸塩を投与し、性機能に及ぼす影響について試験を行った。

供試動物は3号、18号及び21号牛でこれらはすべて夏季性機能障害歴を持ち、かつ精子の活力はそれぞれ70、70、45%であった。供試したアスパラギン酸塩はL-アスパラギン酸MgK (大日本製薬KK製、1g中に250mg含有)及びKM-659 (田辺製薬社製、1g中に500mg含有)の2種で、前者は日量50g、後者は日量10gであって、投与日数はともに30日であった。

得られた結果は第8表に示りである。すなわち、アスパラギン酸塩を30日間投与することにより、精子数や精液量など量的形質については改善は期待できなかったが、精子活力や精子生存率は高まり、精子奇形率は低下して精子の質的形質が有意に改善された。また、凍結融解後

第8表 アスパラギン酸塩投与前後における精液性状と性欲

測定項目	アスパラギン酸塩投与前	投与後
精液量 (ml)	3.5	4.0
精子活力 (%)	45	85 *
精子生存率 (%)	60	95 *
精子濃度 (億/ml)	12.2	12.6
精子奇形率 (%)	23.5	10.5 *
凍結融解後の精子活力 (%)	10	30 *
保存後の精子生存率(7日目%)	10	55 *
性欲度	+	+

注1) 供試動物は3号、18号及び21号牛。

2) 供試したアスパラギン酸塩はL-アスパラギン酸MgK (大日本製薬KK製、1g中に250mg含有)、及びKM-659 (田辺製薬社製、1g中に500mg含有)の2種で、前者は日量50g、後者は10gであって、投与日数はともに30日。

3) *は投与前と比較し有意差を認めた ($P < 0.05$)。

の精子活力と保存後の精子生存率も向上した。したがって、以上の成績より本剤は性機能減退牛、特に精子の活力および生存率の低いものに効果が期待される。

考 察

種雄牛の性機能障害は、(1)交尾欲の減退ないし欠如、(2)交尾不能あるいは射精不能、(3)精液・精子の異常による生殖不能ないし生殖能力減退、の3大別される。緒言で述べたごとく、種雄牛の繁殖機能障害に関与する要因として内分泌、年齢、季節、栄養、管理、遺伝、免疫、感染などが考えられているが^{8), 9)}、本論文で試験牛として用いた種雄牛は島根県立畜産試験場ならびに島根県立種畜センターに飼育し実際に県下の雌牛の授精用に供してきた牛であって、内分泌、季節、栄養などを除けば、年齢、管理、遺伝、免疫、感染などが関係要因となることは考え難い。以下に性機能に関係ある諸要因について検討を加えてみる。

(1) ホルモンと性機能

精子の生産を支配しているのは視床下部・下垂体・精巣系のホルモンである。したがって、性ホルモンの分泌異常が1次的または2次的原因となり得る。Mann⁷⁾は雄性家兎の射出物中の果糖濃度が去勢によって低下するが、これにテストステロン含有ペレット移植すると射精物中の果糖量は回復し、したがって精液中の果糖含量は分泌テストステロン量の指標となることを示した。本実験においては夏季性機能障害を起こした種雄牛の精液量は季節的な変化を伴っておらず、この事実は視床下部・下垂体・精巣系が夏季においても正常に機能していることを推定させるものである。

性ホルモンのほかに、造精機能との関連を検討されているものに甲状腺ホルモンがある。甲状腺機能低下が交尾欲減退あるいは欠如症の誘因と考えられている¹²⁾ことから、甲状腺機能は夏季性機能障害と何らかの関係を有するものと推察され、今後この面での研究が期待される場所である。

(2) 栄養障害と性機能

栄養障害によって性成熟遅延や性欲減退の起こることは一般に知られているが、本実験において、体重は減少しなかったこと、ならびに摂取栄養量が夏季に低下しなかったことから考えて、夏季性機能障害が栄養水準の低下によって起こったものとは考え難い。

栄養水準のほかに、飼料中の蛋白質、ビタミン、無機物などの栄養素の含量も種雄牛の性機能に影響を及ぼすと考えられているが、従来一般飼養条件下において、こ

れら成分の欠乏による性機能障害がどの程度起こり得るかは明確でなかった。これら諸要因の中で比較的好く調査されているのがビタミンAの影響で、これが欠乏すると性成熟の遅延、あるいは精巢の変性による精液性状の不良化が起こる³⁾。本実験においては、生草の発酵熱の影響を防止する目的で生草慣用量(約3.5%)から制限(1%)することによって性機能低下を防止することができたが、この場合、種雄牛のビタミンA必要量は充足しているので欠乏状態は考えられない。

乳用種雄牛の夏季性機能低下に対するビタミンEの効果については山田の報告¹³⁾がある。すなわち、夏季不妊症を示す供試牛4頭に対しビタミンE剤を飼料中に混じ、連続112日給与した結果、精子生存率、精子濃度は性機能低下をのがれ正常値を示し、乗駕欲も良好な結果を示したというものである。本実験においてもビタミンADE混合剤の投与の結果、精子生存率、精子濃度は正常値を示し、性欲も良好で、山田の実験結果と同様にビタミン類の有効性を認めることができた。

アミノ酸の性機能に及ぼす影響については従来あまり明らかにされていなかった。生殖機能に直接影響あるとされるものにアルギニン、ヒスチジン、アスパラギン酸などがあることが知られているが、これらの知見は実験動物を用いて得られたものであって、これらの知見が種雄牛にそのまま当てはまるか否かは今後の研究を待たねばならない。

(3) 他の要因と性機能

小笠¹²⁾は数年にわたり夏季性機能低下を呈したホルスタイン種系6頭について剖検し、病理組織学的にみて大部分の例に慢性の精巢炎、精巢上体炎、陰囊皮膚炎の所見を認めており、自然環境下では当初暑熱の影響による造精機能障害であったものがこれを毎年繰り返す間に炎症反応を示すに至ったものと考え、これらのことから、終局的にはこれらの牛の造精機能障害には、暑熱および炎症の両方の要因が関係していると考察している。

結 論

夏季に起こる種雄牛の性機能障害は主として高温に起因するものであると一般に考えられているが、温度・湿度が牛体にどのように作用して究極的に性機能障害を起こさせているのか、また、その予防策について不明な点が多い。島根県畜試および種畜センター繋養の種雄牛28頭を対象として長期間にわたり主として飼養管理的要因につき検討した。その成績を要約すると次のとおりである。

(1) 夏季性機能障害発生の実態

夏季性機能障害は牛舎内平均気温が25°Cに上昇してから約20日、平均湿度が70%に上昇してから約50日経過した頃、すなわち7月下旬より起こり、10月中旬頃まで継続した。その障害は性欲の減退、奇形率の増大、精子数の減少、精子活力及び生存率の低下、精子呼吸量および解糖量の減少として認められた。しかし、精液量の年間変動はほとんど認められなかった。夏季性機能障害牛は赤血球数の減少と肝機能の減退が一般的に認められた。

性欲減退症に陥っている種雄牛に対して肝賦活剤を注射し注射前後における精液性状を調べた結果、性欲の亢進、精液性状および精子保存性が改善された。このことから夏季造精機能と肝機能との関連が示唆された。また、障害牛に対してPMS、HCG製剤あるいは合成睾丸ホルモン製剤を投与したが、性機能低下の予防効果は認められなかった。

(2) 夏季性機能障害と飼養管理

生草の第1胃内発酵熱を低減させる目的で生草を制限給与したところ、夏季造精機能障害は防止された。また、生草の代りに低水分サイレージを給与したところ、障害発生の予防効果が認められた。これらのことから、夏季に生草の代りに乾草あるいはサイレージを給与することにより種雄牛の性機能低下を防止しうることが示唆された。

種雄牛4頭に対してビタミンADE混剤を筋肉内に注射したところ、供試牛全例に精液性状、性欲、精子耐凍性および保存性が増進することが認められた。

夏季造精機能に対する各種アミノ酸の影響を調べる目的でアミノ酸混合剤(アスパラギン酸、アルギニン、リジン含有)を給与したところ、造精機能低下を防止することができた。更にアスパラギン酸に注目して2種のアスパラギン酸塩を給与した結果、精液の量的形質(精液量、精液数)に著変はなかったが、質的形質(精子活力)を賦活し、精子の保存性を良好ならしめる作用があることを認めた。

謝 辞

稿を終わるにあたりご指導ならびにご援助をいただいた元鳥取大学医学部教授・加茂甫博士、元島根県家畜衛生研究所長・岩田明敏博士、元島根県立畜産試験場長・八幡策郎先生、元島根県種畜場長・堀桂之先生、元島根県立畜産試験場肉畜科長・田中英治先生、同種畜科長・広江武先生各位に心から謝意を表す。

また、ご懇篤なるご指導とご校閲とをあいだ元麻布獣

医科大学 大地隆温教授, 田中享一教授, 杉浦邦紀教授,
神立誠教授の方々に深謝したい。

文 献

- 1) Brooks, J. R. and Ross, C. V. : J. Anim. Sci., **21**
700-705 (1962)
- 2) Flipse, R. J. and Almgvist, J. O. : J. Dairy Sci., **44**
905-914
- 3) Hafez, E. S. E. : *Reproduction in Farm Animals*, Lea
and Febiger, Mich., (1968) pp. 309-311
- 4) 広江 武・石井 孝・吉岡兼利・金津重利・川上吉
二郎・八幡策郎・島根畜試報告, **4** 112-124
(1968)
- 5) 石神襄次・谷村実一 : 第13回日本生化学会近畿部会
抄録, 783 (1966)
- 6) 黒田範雄・住吉健也・岸 信夫 : 兵庫県種畜場研究
報告, **昭和41年度** 211-216 (1967)
- 7) Mann, T. : *The Biochemistry of Semen and of the Male*
Reproductive Tract, Methuen, London (1964)
pp. 265-307
- 8) 正木淳二 : 畜産の研究, **31** 725-728 (1977)
- 9) 正木淳二 : 畜産の研究, **31** 828-832 (1977)
- 10) 農林省畜産局家畜生産課 : 家畜改良関係資料 (1977)
pp. 1-10
- 11) 西川義正 : 哺乳動物の精子, 学窓社, 東京 (1972)
pp. 258-290
- 12) 小笠 晃 : 家畜繁殖学最近の歩み, 山内亮編, 文永
堂, 東京 (1978) pp. 349-364
- 13) Perry, T. W., Beeson, W. M., Smith, W. H., Mohler,
M. : J. Anim. Sci., **26** 115-118 (1967)
- 14) Roussel, J. D., Patrick, T. E., Kellgren, H. C., Randel,
P. F., Rusoff, L. L. : J. Dairy Sci., **46** 583-585
(1963)
- 15) 山田信夫 : 畜産の研究, **24** 837-842 (1970)
- 16) 山内 亮 : 新家畜繁殖講座, 加藤 浩・星 修三・
西川義正編, 朝倉書店, 東京 (1970) pp. 20-40