

韓牛飼育團地에 發生한 牛肺虫症에 대하여

李鉉凡 · 柳東烈 · 金和植 · 李在鉉

慶北大學校 農科大學 獸醫學科

緒 論

牛肺虫症은 *Dictyocaulus viviparus* 의 肺氣管支內寄生으로 因하여 寄生虫性肺炎, 急性非典型的肺炎 및 二次의 細菌性肺炎을 일으켜 急性型에서는 75~80%의 높은 斃死率을 나타내고, 亞急性型에서는 이보다 斃死率은 낮으나 體重의 急減, 長期間의 發育障敝를 일으킴으로써 莫大한 損失을 招來하는 畜牛의 重要 寄生虫病임^(1, 3, 4)은 周知의 事實이다.

本症은 一般의 으로 늦 여름부터 가을철에 發生하는데 起病論³⁾을 要約하면 다음과 같다. 즉 糞과 함께 排泄된 第一期 仔虫은 中間宿主를 거치지 않고 外界에서 2回의 脫皮를 한후 第三期의 感染仔虫으로 된다. 이 感染仔虫은 牧草 또는 물과 함께 經口의 으로 宿主인 牛에 傳染하게 된다. 宿主의 消化管에 達한 仔虫은 小腸과 結腸壁에 侵入하여 3日後엔 腸間膜淋巴腺에 達하고 5日後엔 淋巴腺을 經由하여 肺胞에 達하여 macrophage, 好酸球 및 多核巨大細胞反應을 일으키고 이어서 細氣管支를 上行할때 好酸球反應이 현저해지므로서 細氣管支는 好酸球性 滲出液으로 閉塞되고 肺胞는 虛脫된다. 同時에 그밖의 肺胞에도 上皮化가 이뤄진다. 이러한 結果 呼吸障敝 및 酸素缺乏症이 招來되어 肺水腫과 肺胞內硝子膜形成이 일어나게 된다. 이때 急性型으로 斃死하는 例가 생기나 耐過한 例에서는 氣管支內虫體가 成熟하여 24日後부터는 產卵을 하게 된다. 이후에 本病의 가장 主要症狀인 呼吸數增加(100~120), 心搏增加, 發咳, 食慾減少等이 發現되는데, 症狀을 일으키는 原因은 虫體로 因한 氣管支의 閉塞, 好酸球侵潤으로 因한 氣管上皮의 損傷, 虫卵과 仔虫의 肺胞內流入에 기인하는 異物反應과 硬化, 肺中隔의 浮腫 및 淋巴管의 擴張, 間質性肺氣腫, 肺胞의 上皮化等이다. 感染45日後 부터는 漸次로 氣管支內虫數는 減少, 消失되므로

서 臨床症狀도 완화되고 糞內 仔虫도 陰轉되나 肺胞壁上 上皮는 廣範圍하게 殘存함으로서 기침과 呼吸困難은 數個月이나 持續될 수도 있다.

本病의 發生은 溫帶 및 寒帶地方의 一定地域에 많으며 歐州 各國 特히 英國, 美國 Canada 등에서 被害가 甚한 것으로 알려져 있으며^(1, 3) 日本에서도 1961년부터 發生하기 始作하여 現在 各地方의 牧場에 蔓延되고 있음이 報告되고 있다⁽⁸⁾. 우리나라에 있어서 韓牛의 肺虫症에 關한 病理學의 所見이 發表된바 있으나,⁽¹²⁾ 放牧牛群의 集團發生에 對한 報告는 찾아 볼 수 없다. 著者等은 1971年 8月末에 慶北 星州郡 伽泉面에 있는 韓牛畜產團地에 本病의 發生을 確認하였던바 앞으로 畜牛集團飼育에 있어 重大한 問題가 될 것이라 생각하여 이를 보고한다.

材料 및 方法

1. 供試動物

慶北 星州郡 伽泉面에 있는 某協同畜產團地에서 飼育中인 生後 6~24個月令의 韓牛로서 畜主의 稟告에 의하면 1970年度에 200頭를 入牧하였던바 同年 10月頃부터 原因不明의 呼吸器疾病으로 20餘頭가 斃死한 바 있으나 1971년에는 放牧期間中 良好한 發育을 하고 있던중 9月初부터 기침을 主徵으로한 類似疾病이 거의 全群에 蔓延하여 急速한 癩瘦을 일으키고 10餘頭가 斃死하였다고 陣述하였다.

2. 臨床檢査

160頭의 患牛中 病勢가 甚한 34頭를 擇하여 直腸體溫, 呼吸數, 心搏數를 비롯한 一般檢査를 實施하는 한편 血液學의 으로는 赤血球數, 白血球數 및 好酸球百分比를 算定하였다. 한편 直腸糞을 採取하여 Baermann 法으로 牛肺虫仔虫檢査를 實施하였다

Table 1. Clinical and Hematological Findings Observed from the Calves.

Calf No.	Date Examined	Age (months)	Aproxi. body weight (kg)	Clinical Findings.					Hematological Findings			Remarks
				Rectal temp. (°C)	Reas. rate/min	Heart rate/min	Cough	Larval output	R.B.C 10 ⁴ /mm ³	W.B.C 10 ³ /mm ³	Eosinophil (%)	
4	9.22	not	not	39.5	56	90	+	-	551	12.0	17.0	
5	9.22	"	"	39.1	36	82	+	-	497	20.0	11.0	
17	9.22	"	"	39.7	36	not	+	-	597	12.5	12.0	T
3	9.22	"	"	38.5	44	82	+	-	449	18.9	13.0	T
1	9.22	"	"	39.1	46	84	+	+	450	12.3	15.0	M
7	9.24	"	"	40.0	44	not	+	-	540	10.3	19.0	T
6	9.24	"	"	40.9	74	not	+	+	533	9.6	9.0	M
8	9.24	"	"	40.0	62	not	+	+	521	16.9	12.0	M
2	9.25	"	"	38.5	28	60	+	-	551	16.5	8.0	T
9	9.25	"	"	39.9	60	not	+	-	558	19.6	8.0	T
10	9.25	"	"	38.9	52	not	+	-	614	16.1	15.0	M
23	10.5	"	"	38.8	46	not	+	+	539	17.3	11.0	M
38	10.5	"	100	38.8	32	72	+	+	405	9.5	2.0	M
0	10.5	"	100	37.5	22	not	+	+	468	14.5	4.0	M
149	10.5	"	110	39.7	26	60	+	+	439	14.8	1.0	M
157	10.5	"	90	39.4	24	80	+	-	490	11.2	15.0	M
157	10.5	7	96	39.7	20	72	+	not	not	not	not	M
146	10.5	9	120	39.1	26	65	+	+	533	15.5	5.0	M
141	10.5	10	130	39.3	32	80	+	-	480	8.2	19.0	T
185	10.5	not	120	39.2	28	60	+	-	336	14.2	11.0	T
171	10.5	"	140	39.1	21	60	+	-	517	16.2	8.0	T
130	10.5	"	130	39.3	24	84	+	+	475	5.4	10.0	T
127	10.5	"	150	39.2	25	68	+	-	503	16.7	12.0	T
48	10.5	"	120	38.2	24	69	+	+	459	9.8	19.0	T
192	10.5	"	110	39.5	45	80	+	-	490	9.4	11.0	T
140	10.5	"	140	39.0	32	80	+	-	513	11.5	30.0	M
182	10.5	"	110	38.7	20	64	+	+	369	6.4	9.0	M
187	10.5	"	130	39.5	60	72	+	-	404	11.5	19.0	M
199	10.5	17	100	39.7	50	66	+	-	553	11.0	21.0	T
188	10.5	not	100	39.3	48	68	+	-	528	9.0	17.0	T
148	10.5	"	90	38.8	33	60	+	-	409	15.0	4.0	M
190	10.5	"	120	39.3	36	64	+	-	not	not	not	T
194	10.5	"	90	39.2	34	76	+	-	386	11.5	32.5	M
193	10.5	"	100	34.9	21	63	+	-	531	18.5	14.0	M

Remarks: T: Tetramisole treated M: Mintic treated Not: not tested

3. 病理學的 및 寄生蟲學的 檢査

自然斃死한 3例와 治療試驗途中에 斃死한 3例(No.4, No.5, No.6)에 대하여 肉眼的으로 肺病變을 觀察하였으며 檢虫된 虫體는 lactophenol 透明標本을 만들어 顯微鏡的으로 同定하였다.

4. 治療試驗

臨床症勢가 顯著한 患牛 5頭에 대하여는 먼저 terramycin 注(大韓新藥製, 動物用)에 의한 治療試驗을 施行하였다. 다른 10頭에 대하여서는 methyridine 劑인 "Mintic"(英國 Imperial Industries Ltd)와 tetramisole 劑인 "Bonasol"(大韓新藥)로 驅虫效果를 比較하여 보았

다. 前者는 體重 10 kg 當 5.6 ml, 後者는 tetramisole 實量 0.15 g(Borasol 0.75 g)씩을 各各 經口投與하였으며 5日後의 糞便檢査 및 臨床檢査에 의하여 效果를 判定하였다. 한편 驅虫劑 投與와 併行하여 前記한 terramycin 注를 2~3日間隔으로 8~15 ml씩 注射하였다.

結 果

1. 臨床檢査成績

Table 1에 表示한 바와같이 直腸體溫은 37.5~40.9 °C로서 8例(No.17, 7, 6, 8, 9, 149, 157, 199)에서 微熱을 나타내었을뿐 一般的으로 正常體溫을 維持하고 있었다. 心搏數는 1分間 60~90, (平均 71), 呼吸數는 20~74 (平均 37)로서 全般的으로 增加되어 있었다. 기침은 全例에서 認定되었는데 그 性狀은 濕性이며 發作性이었다. 糞便內仔虫은 11例에서 檢出되어 平均 32.4%의 陽性率을 나타내었다. 血液檢査 所見을 보면 赤血球數는 336~614(平均 490)萬으로서 全例에서 減少되었다. 白血球數는 5,400~20,000 (平均 13,200)으로서 9例에 있어서는 正常值範圍안에 있었으나 其他의 例에서는 增加하였다. 好酸球는 1.0~32.5(平均 12.9)%로서 半數例에서 增多가 認定되었다.

2. 病理寄生蟲學的 檢査成績

剖檢한 全例에서 肺의 腫大가 認定되었으며 第1例에 있어서는 橫隔膜葉에 그밖의 例에서는 各葉에 廣範圍하게 硬實한 硬化部가 散在하였다. 硬結部의 剖面은 暗赤色이나 粟粒大의 灰黃色斑點이 密發하여 代理石樣을 呈하였다. 硬結部以外的 肺實質은 氣腫性이었다. 氣管支內에는 檢査를 하지 않은 第1例을 除外한 全例에서 多數(70~350마리)의 肺虫이 寄生하고 있었으며 (Table 2), 粘膜面에는 帶黃綠色의 粘稠한 粘液을 多

Table 2. Degree of Lung Consolidation and the Number of Lungworms Found on Autopsy.

Case. No.	Date died	Consolidation	No. of Worms
1	9.23	+	?
2	10.4	++	70
3	10.4	++	30
4 (38)*	10.9	+++	350
5 (0)*	10.9	+++	70
6 (149)*	10.9	+++	90

Remark * Calf number

量 附着하고 있었다. 細氣管支는 上記한 粘液으로 閉塞되어 있었다. 肺門淋巴腺은 全例에서 中等度の 腫大를 나타내었다.

檢出된 肺虫의 檢査成績은 Table 3에 表示하였다. 즉 成虫은 白色糸狀이며 그 體長은 ♂ 3.8~5.2 cm, ♀ 5.8~7.6 cm 이고 口腔은 작고 얇으며 4개의 口唇狀構造를 가지고 있었다. 交接囊의 中側肋과 後側肋은 完全히 融合되어 있었으며 2個의 交接刺는 暗褐色을 呈하고 短太, 等長, 長靴狀이며 그 길이는 214~264 μm 이었다. 子宮內의 充分發育한 卵子는 仔虫을 含有하고 있으며 그 크기는 (80~88)×(40~48) μm 이었다. 한편 糞內排泄된 第1期仔虫의 體長은 328~346 μm 이며 腸細胞內에는 褐色榮養顆粒을 含有하고 있었다.

3. 治療試驗 成績

抗生劑로서 terramycin 만을 5頭의 患牛에 投與해본 結果 多少 高熱을 나타내던 No. 9에서 體溫의 下降이 認定되었을뿐 全般的으로 기침과 呼吸困難은 完化되지 않았다.

Terramycin 投與와 함께 驅虫劑로서 "Mintic" 또는 "Bonasol"을 投與해본 結果 Table 4에 表示한 바와같이 Mintic 投與後 2日後에 斃死한 3例(No. 38, No. 0, No. 149)를 除外한 殘餘例는 5日後의 檢査에서 기침의 完化 또는 消失, 呼吸數의 正常化等 症勢가 好轉되었으며 糞便內仔虫 排泄도 陰轉되었다. 驅虫劑投與後 白血球數의 變動은 一定하지 않았으나 好酸球百分率에 있어서는 1例(No. 105)를 除外하고는 全般的으로 減少傾向을 나타내었다.

Table 3. Parasitological Findings of Worms Detected from the Bronchi of Calves

Lenght of worms	♂ 3.8~5.2 cm ♀ 5.8~7.6 cm
Number of lips	4
Buccal capsule	small and shallow
Male bursa	medio-lateral rays and postero-lateral rays were fused completely
Spicules	dark-brown in colour boot-shaped short (0.214~0.264 mm)
Eggs	(80~88)×(40~48) μm
First-stage larva	brownish food granules in the intestinal cells, has no anterior knob 328~346 μm in length

Table 4. Clinical and Hematological Responses of Calves Infected with *Dictyocaulus viviparus* after the Administration of Mirtic and Tetramisole.

Calf No.	Date examined	Vermicide used and dosage (ml or g)	Cough	Res. rate (min)	Rectal temp(C)	Larval output	Leucocyte count ($10^3/mm^3$)	Eosinophil count(%)	Remarks
38	10.5 10.7	M 48	++ -	32	38.8 36.0	+	9.5	2.0	Died (3)
0	10.5 10.7	M 56	++ ±	23 16	37.5 35.0	+	14.5	4.0	Died (3)
149	10.5 10.7	M 50	++ ±	26 16	39.7 36.0	+	14.8	1.0	Died (3)
146	10.5 10.10	M 67	++ -	26 16	39.1 38.0	+ -	15.5 12.0	5.0 4.0	
182	10.5 10.10	M 61	++ -	20 24	38.7 37.8	+ -	6.4 8.4	9.0 7.0	
130	10.5 10.10	T 6.5	++ -	24 16	39.3 38.3	+ -	5.4 6.4	10.0 1.0	
48	10.5 10.10	T 9.0	++ ±	24 16	38.2 38.5	+ -	9.8 15.1	19.0 4.0	
140	10.5 10.10	M 56	++ -	32 22	39.0 38.5	- -	11.5 10.8	30.0 15.0	
141	10.5 10.10	T 9.75	++ ±	32 18	39.3 37.7	- -	8.2 12.1	19.0 13.0	
185	10.5 10.10	T 9.0	++ -	28 20	39.2 38.2	- -	14.2 16.8	11.0 13.0	

Remarks: Died(3): Died on 3 days after the administration M: Mirtic treated T: Tetramisole treated

考 察

慶北 星州郡 伽泉面에 있는 某畜産團地에서 飼育中 인 韓牛群에 기침, 呼吸困難等의 呼吸器症狀을 일으키고 莫大한 被害를 招來하였던 疾病에 對하여 그 原因을 調査함과 同時에 治療試驗을 해본 結果 첫째로, 臨床的으로는 全例에서 發作性 기침, 呼吸數 및 心搏數의 增加와 32%例에서 糞便內 仔虫이 檢出되었으며 둘째로, 血液學的으로는 中等度の 貧血, 白血球數增加와 50%例에서 好酸球數增加가 認定되었으며, 셋째로, 斃死例에 對한 剖檢結果 肺에 暗赤色硬結部가 多數出現하고 氣管支內 肺虫의 寄生이 認定되었으며, 넷째로, terramycin 만을 投與한 例에서는 完全한 治療效果를 認定할 수 없었으나 "Mirtic" 또는 "Bonazol"을 投與한 例에서는 症勢가 好轉되고 糞便內仔虫排泄이 陰轉되었다. 以上の 成績으로 보아 本病은 亞急性型的 牛肺虫症으로 診斷되는 바이다.

臨床的으로 기침과 呼吸困難을 主徵으로하는 流行性 肺炎에는 本病 以外에도 細菌性肺炎, virus性肺炎等이 있으므로 이러한 症勢만을 가지고 鑑別하기는 困難하

나 著者等이 本患牛群에서 觀察한 發作性 濕性 기침은 Blood와 Henderson⁽¹⁾에 의하여 指摘된 바와같이 肺虫症의 特異症狀이라고 할 수 있다.

Cornwell⁽²⁾은 牛肺虫症의 特異한 血液所見으로서 感染後 9~15日에 1次的 頂點이 있고, 40日에 2次的 頂點이 認定된다고 하였으며, Wallis⁽³⁾, 伊東等⁽⁴⁾도 自然 또는 人工感染例의 50%例에서 好酸球 增多를 認定하였다. 血液內 好酸球 增多는 其他의 寄生虫性疾病이나 allergy性 疾病에서도 認定되는 所見임으로 牛肺虫症만의 特異的 所見이라고는 할 수 없다 할지라도 著者等의 成績은 Wallis⁽³⁾의 成績에 一致된다.

本病의 確診을 爲하여서는 寄生虫學的으로 糞便內에서 仔虫을 檢出하는 것이 무엇보다도 重要하다는 것은 再言을 要하지 않는다. 그러나 Jarrett등⁽⁵⁾, Wallis⁽³⁾, Blood와 Henderson⁽¹⁾ 및 Soulsby⁽⁶⁾가 指摘한 바와같이 本病의 仔虫期(感染後 1~23日)에는 勿論이거니와 感染 45~50日 以後의 恢復期에는 免疫形成에 따르는 self cure 現象으로 肺內成虫이 排出되기 始作하여 90日까지는 完全 排出됨으로서 糞便內 仔虫 排泄이 完全陰轉된 後에도 肺病變이 殘存하여 呼吸器 症勢가 持續될 수 있

때문에 이러한 點도 看過할 수 없을 것이다. 著者들의 糞便檢査成績에서 約 67%例가 陰性을 나타내었던 것은 自然感染牛인 만큼 上記한 바와 같이 仔虫期 또는 恢復期에 起因한 것이라고 解釋된다. Wallis⁽⁷⁾는 糞便內에서 全히 仔虫이 檢出되지 않더라도 痙攣性기침과 好酸球增多가 認定되고 牧草에 感染仔虫이 檢出되면 本病으로 診斷되어야 한다고 主張하였다.

著者 등이 剖檢例의 肺에서 檢出한 虫體의 同定에 대하여는 *Dictyocaulus viviparus*가 牛에 寄生하는 唯一種일 뿐만 아니라 形態의으로도 口腔이 좁고 얇으며 交接囊의 中側肋과 後側肋이 完全히 融合되어 있고 交接刺가 短太하고 長靴狀을 呈하는 등 *Dictyocaulus viviparus*의 特徵을⁽⁴⁾ 갖추고 있었다.

本虫에 대한 驅虫劑로서는 diethylcarbamazine, methyridine, cyanacethyrazide 등이 알려져 있으며^(1,4) 最近 Walley^(5,6)伊東等⁽¹⁰⁾ 및 籠田等⁽¹¹⁾에 의하여 tetramisole 이 卓效를 가진다는 것이 報告되었다. 著者 등이 methyridine 劑인 “Mintic”와 tetramisole 劑인 “Bonasol”을

使用하여 본 結果 兩者 모두가⁽⁴⁾ 顯著한 驅虫 효과가 認定되었다. 兩者의 優劣에 대하여는 例數가 적기 때문에 本實驗 結果만으로는 言及하기 困難하나 “Mintic” 投與例에서 3例의 斃死例가 생겼던 點으로 보아 “Mintic”가 “Bonasol”에 比하여 毒性이 強한 것이라고 推測된다.

結 論

慶北 星州郡 伽泉面에 있는 某畜産團地에서 飼育中인 韓牛 200頭群에 기침 呼吸困難을 主徵으로 한 呼吸器疾病이 거의 全群에 發生하여 심한 痲痺을 일으키고 그중 30餘頭가 斃死하였던 바 그 病因을 究明하기 위하여 臨床 및 病理寄生虫學의 檢査와 治療試驗을 施行해본 바 本病은 *Dictyocaulus viviparus*에 의한 牛肺虫症임이 確認되었으며 “Mintic” 또는 “Bonasol”의 經口投與 및 terramycin 注射에 의하여 顯著한 治療效果를 얻을 수 있었다.

Legends for Figures

- Fig. 1. A lung from a calf infected with *Dictyocaulus viviparus*, showing massive consolidation of parenchyma and numerous adult worms in the bronchi.
- Fig. 2. A bursa of the male lungworm. Two spicules are short and boot-shaped. The medio-lateral rays and postero-lateral rays are fused completely.
- Fig. 3. A head of the adult lungworm. The buccal capsule is small and shallow and has 4 lips.
- Fig. 4. Eggs of the lungworm, containing larvae.

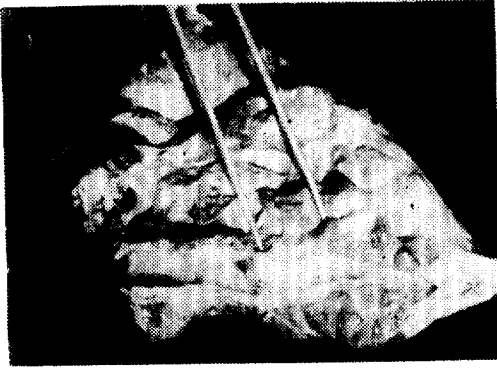


Fig. 1



Fig. 2

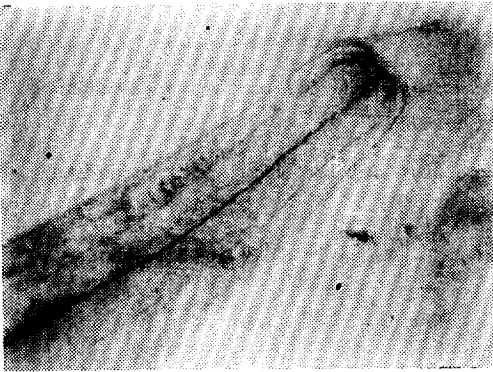


Fig. 3

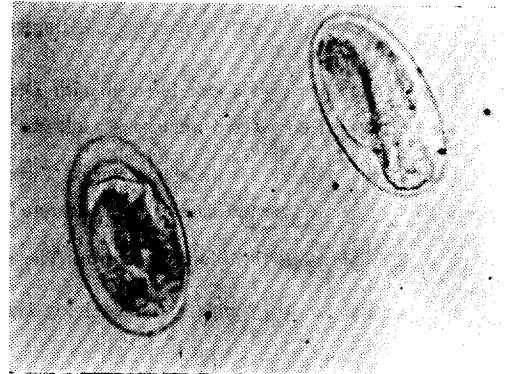


Fig. 4

参 考 文 献

1. Blood, D.C, and Henderson, G.A.: Veterinary medicine. 3rd Ed., Williams and Wilkins Co., Baltimore, 1968. P.791.
2. Conwell, R.L.: Blood eosinophil response of calves to normal and irradiated larvae of *Dictyocaulus viviparus*. J. Comp. Path., 1962. 72 : 170.
3. Jarrett, W.F.H., McIntyre, W.I.M., Jennings, F.W., and Mulligan, W.: The natural history of parasitic bronchitis with notes on prophylaxis and treatment. Vet. Rec., 1957. 69 : 1329.
- 4) Soulsby E.J.L.: Helminths, arthropods and Protozoa of domesticated animas. 6th Ed., Balliere Tindol and Cassell, London, 1968. P.251.
- 5) Walley, G.K.: Tetramisole in the treatment of gastrointestinal and lungworms in domestic animals. I. Sheep and goat. Vet. Rec., 1966. 78 : 406.
- 6) Walley, G.K.: A new drug for the treatment of lungworms in domestic animals Vet. Rec., 1957. 69 : 818.
- 7) Wallis, A.S.: Easynophilia and the diagnosis of husk in adnlt cattle. Vet. Rec., 1963. 75 : 422.
- 8) 藤田壽吉：牛の肺虫症，獸醫界，1968. 89 : 1.
- 9) 伊東季春，籠田勝基，米道裕彌，松尾信三，平澤一志：牛肺虫症に關する研究. 1. 人工感染例における臨床學的觀察. 第66回日本獸醫學會講演要旨，1968. P.62.
- 10) 伊東季春，米道裕彌，籠田勝基，河部和雄，平澤一志，谷口治：牛肺虫症に對する tetramisole の應用 II. 人工感染牛に對する驅虫効果について. 日本獸醫學雜誌，1969. 31(學會號) : 110.
- 11) 籠田勝基，佐藤和男，伊東季春，谷口治：牛肺虫症に對する tetramisole の應用. I. 牛に對する毒性について. 日本獸醫學雜誌，1969. 31(學會號) : 110.
- 12) 李興植，林昌亨：韓牛의 肺虫症에 관한 病理組織學的研究. 大韓獸醫學會誌，1967. 7(2) : 19.

An Outbreak of Lungworm Disease in a Flock of Korean Native Cattle

Hyun Beom Lee, D.V.M., M.S., Dong Yeol Yoo, D.V.M.,
Hwa Sik Kim, D.V.M. Ph.D. and Jae Hyun Lee, D.V.M., M.S.

Department of Veterinary Medicine, College of Agriculture, Kyong Puk National University

Abstract

In a pasture located at Kyong Puk area, a group of 200 Korean native cattle showed severe coughing, dyspnea and emaciation, of which 30 cattle died from the respiratory disease. To the alived cattle, clinical, pathologicoparasitological observations and treatment with terramycin, Mintic and tetramisole (Bonasol) were carried out and the following results were obtained.

1) Paroxymal coughinghings, increased respiratory rate and heart rate were observed in almost all cases. But, larval output in feces was recorgnized in 32 percent of the cases.

2) Morderate eosinophilia was observed in a half of the cases.

3) At autopsy, lungs were enlarged, and areas of dark consolidations were scattered in all lobes. In the bronchi, numerous adult lungworms were found.

4) The adult worms detected from the bronchi were morphologically identified as *Dictyocaulus viviparus*.

5) The clinical signs and larval output were disappeared after the administration of Mintic or Bonasol.

6) From these results, it was concluded that the respiratory disease of the cattle was caused by the infestation of lungworm, *Dictyocaulus viviparus*.