

영남지방 돼지의 *Bordetella bronchiseptica* 감염상황 및 분리균의 생화학적 특성

장 희 경 · 김 봉 환

경북대학교 수의과대학

(1988. 2. 15 授受)

Incidence of *Bordetella bronchiseptica* Infection in Youngnam Swine Herds and the Biochemical Properties of the Organisms Recovered from Pigs with Atrophic Rhinitis

Hee-kyung Jang and Bong Hwan Kim

College of Veterinary Medicine, Kyungpook National University

(Received Feb. 15, 1988)

Abstract: The present study was conducted to investigate the *Bordetella bronchiseptica* infection in Youngnam swine herds during the period from August 1986 to July 1987 and some properties of the organisms isolated from these Korean swine.

B. bronchiseptica was recovered from 25 of 70 (35.7%) growing pigs of 4 to 10 weeks of age and from 12 of 13 (92.3%) herds. From 115 slaughter pigs, 58(50.4%) pigs were culture positive and the pigs from 13 of 14 (92.9%) herds were found to be infected with *B. bronchiseptica*.

The majority of biochemical and cultural properties of *B. bronchiseptica* isolated from Korean swine were identical to those of the standard strain employed and some 97.6% of the isolates showed the characters of phase I organism on primary isolation.

서 론

*Bordetella bronchiseptica*는 1910년 Ferry(1910)에 의해 distemper에 걸린 개에서 분리되어 처음에는 *Bacillus bronchicanis*라고 명명되었으나 동일한 성상을 가진 균이 guinea-pig 등 다른 동물에서도 분리된다는 사실이 밝혀져 *Bacillus bronchisepticus*로 개명되었다(Ferry, 1912). 이 균은 한 때 균의 형태, 배양성상, 생화학적 특성 등이 *Alcaligenes*, *Brucella*, *Hemophilus*속균과 유사한 것이 많기 때문에 *Alcaligenes bronchisepticus*, *Brucella bronchiseptica*, *Hemophilus bronchisepticus* 등으로 분류되기도 하였다(Goodnow, 1980; Phillips, 1943; Pittman, 1984; Pittman과 Wa-

rdlaw, 1981). 1952년 Moreno-López는 백일해균의 원 인체를 처음 분리·보고한 Bordet의 이름을 기리기 위해 새로이 *Bordetella*속을 신설하고 이 *Bordetella*속에는 백일해균인 *Hemophilus pertussis*와 *Bacillus parapertussis* 및 Ferry(1912)의 *Bacillus bronchisepticus* 등 3종의 균이 포함되어야 한다고 주장하였다. 이 주장은 많은 학자들의 호응을 얻게되어 현재 Genus *Bordetella*에는 *Bordetella pertussis*, *Bordetella parapertussis* 및 *Bordetella bronchiseptica* 등 3종이 분류되어 있다(Pittman, 1984; Pittman과 Wardlaw, 1981).

*B. bronchiseptica*는 처음에 canine distemper의 원 인균으로 잘못 알려졌으나 이 병의 병원체가 바이러스 임이 밝혀지자 개에 있어서는 2차 병원체로서의 중요

성만 인정되었다. 그러나 1970년대에 와서 개의 전염성 기관지염(infectious tracheobronchitis) 또는 kennel cough로 널리 알려진 호흡기 전염병의 원인체임이 Thompson 등(1976)과 Wright 등(1973)에 의해 확인되었다. 뿐만 아니라 *B. bronchiseptica*는 일찍부터 guinea pig, 집토끼, 고양이 등의 호흡기감염병의 1차 병원균으로 알려져 있다(Farrington과 Switzer, 1977; Ferry, 1910; Ferry, 1912; Ferry, 1913; Ganaway 등, 1965).

특히 *B. bronchiseptica*는 돼지에 있어서 비갑개골 위축, 상악골 발육부전, 기침, 재채기, 비출혈 등의 증상을 나타내는 전염성 위축성 비염(infectious atrophic rhinitis: AR)은 물론, 드물게는 폐렴의 원인균인 것으로 여러 연구자들에 의해 밝혀져 있다(Cross와 Claflin, 1962; Giles, 1986; Harris 등, 1969; Shimizu 등, 1971; Smith와 Baskerville, 1979).

하지만 AR의 원인론에 대해서는 오랫동안 많은 논란의 대상이 되었다. Switzer(1956) 그리고 Cross와 Claflin(1962)은 *B. bronchiseptica*가 AR의 주병원체라고 주장한 반면 Gwatkin(1959), Dirks 등(1973)은 *Pasteurella multocida*가 primary agent라고 하였다. 한편 Bercovitch와 Akkermans(1974), Baars 등(1982)은 *B. bronchiseptica*와 toxigenic *P. multocida*의 공동작용 및 환경요인 등이 복합적으로 연관되어 AR이 발생된다는 주장을 펴고있다. 최근에 Sawata 등(1984) 그리고 Naka 등(1986)은 toxigenic *P. multocida*는 비강점막 정착성이 미약하여 AR의 primary agent가 될 수 없으며 *B. bronchiseptica*는 비강점막에 쉽게 정착하여 임상적으로 위축성비염을 일으킨다고 하였다.

AR환돈에서 분리된 *B. bronchiseptica*에 대하여 세균학적, 면역학적 및 예방 치료학적인 측면에서 많은 학자들에 의해 상당한 연구가 이루어졌다(Daniel 등, 1986; Giles 등, 1980; Goodnow, 1977; Kang 등, 1971). 그럼에도 불구하고 AR은 현재 세계적으로 발생하고 있으며 양돈규모가 커지고 집약화됨에 따라 이병의 발생이 증가하고 있는 추세이다(Daniel 등, 1986; 김봉환, 1982, 1983).

Jenkins 등(1977)은 Alabama주 185개 양돈장의 돼지 52%가 *B. bronchiseptica*항체 양성이었다고 보고하였으며, Nielsen(1983)은 Denmark와 영국의 돼지 약 40%가 AR에 감염되었다고 하였다. 최근에 Shashidhar 등(1983)은 Nebraska주의 SPF돈군중 91%가 *B. bronchiseptica*항체를 보유하고 있다고 하였으며, 일본의 경우도 Hasebe(1971)에 의하면 약 25%의 돼지가 AR에 감염되었다고 한다. 이렇듯 전세계적으로 문제시되고

있는 AR은 우리나라에서도 박정문(1976)이 경기도 지방 돼지중 52.4%가 *B. bronchiseptica*항체양성이었다고 보고한 바 있다.

80년대에 접어들면서 우리나라의 양돈은 장족의 발전을 했으며 특히 대구근교와 김해지방을 중심으로 한 영남지방의 양돈산업이 대규모화됨에 따라 AR을 위시한 만성호흡기질환이 문제시 되어졌다(김봉환 1982, 1983). 그런데도 영남지방 돈군에 대하여 AR에 관한 연구는 아직까지 이루어진 바 없기에 본 연구는 돼지 위축성 비염의 효과적인 방제를 위한 기초자료를 마련할 목적으로 영남지방에서 사육되고 있는 돼지를 대상으로 하여 AR감염상태를 파악하고 AR감염돈에서 분리한 *B. bronchiseptica*의 배양성상 및 생화학적 특성을 조사하였다.

재료 및 방법

공시동물 : 1986년 8월부터 7월말사이에 영남지방 13개 양돈장에서 사육되고 있는 4~10주령 자돈 70두와 14개 양돈장으로 부터 출하되는 비육돈(90kg체중) 115두를 대상으로 하였다.

재료채취방법 : 재료채취용 면봉은 150×0.8mm되는 stainless steel로서 선단부에 탈지면을 말고 brain heart infusion broth에 충분히 침적시킨 후 고압증기멸균(121°C, 30분)하여 1주일 이내에 사용하였다.

4~10주령 돼지의 nasal swab는 Runnels(1982)의 방법에 따라 각 양돈장에서 공시돈의 비경부를 알콜면으로 깨끗이 소독한 후 면봉을 제 1견치 부근의 비갑개골 부위까지 넣어서 채취하였다. 출하되는 비육돈에 대해서는 도축장에서 도살되는 즉시 돼지의 두부를 따로 받아 제 1견치부위에서 수직으로 코를 해부용 톱으로 절단하여 비갑개골을 노출시킨 뒤 면봉으로 균분리 재료를 채취하였다. 이와같이 채취한 nasal swab는 실험실로 즉시 운반하여 균분리배양을 실시하였다.

***B. bronchiseptica*의 분리 및 동정** : blood agar base(Difco)에 재래종 산양혈액을 7% 혼합한 혈액천 배지와 MacConkey agar(Difco)에 dextrose(1g/100ml), furazolidone(25µg/ml), fungizone(5µg/ml)을 각각 무균적으로 혼합한 modified Farrington-Switzer medium을 분리배지로 사용하였다(Farrington과 Switzer, 1977). 37°C에서 48시간 배양한 후 집락형태, Gram염색성 및 균형태를 확인한 후 nutrient agar slant와 semisolid agar에 보존하면서 여러가지 동정시험을 실시하였다.

집락의 형태 및 용혈성은 혈액천과 MacConkey agar에 3일간 배양하면서 관찰하였으며 potassium tel-

lurite 또는 NaCl tolerance는 각각 2% K₂TeO₃가 함유된 혈액한천과 NaCl이 6%, 7.5%, 및 9% 첨가된 nutrient broth에서의 발육여부를 7일간 관찰하였다.

*B. bronchiseptica*를 동정하기 위한 생화학적 성상시험은 oxidase, catalase, urease 시험을 위시하여 esculin, starch, tyrosine, Tween(20, 40, 60, 80) 등의 가수분해 시험, hydrogen sulfide, dextran 및 levan산생 시험, MR-VP 시험, nitrate 및 tetrazolium 환원 시험, citrate 이용성, litmus milk 시험 및 당분해 시험 등을 실시하였으며 모든 시험은 Cowan(1974)의 방법과 Johnson과 Sneath(1973)의 방법에 따라서 수행하였다.

결 과

우리나라 돼지의 *B. bronchiseptica* 감염 상황을 알아보기 위하여 영남지방의 14개 양돈장에서 출하되는 비육돈(90kg체중) 115두와 13개 양돈장에서 사육되고 있는 4~10주령 자돈 70두에서 채취한 nasal swab 재료에서 *B. bronchiseptica*를 분리한 내역은 Table 1과 Table 2에 있는 바와 같다.

14개 양돈장중 13개 양돈장에서 출하되는 비육돈에서 *B. bronchiseptica*가 분리되어 돈군감염율은 92.9%이었으며, 비육돈 115두 중 58두에서 분리되어 개체별 감염율은 50.4%나 되었다.

Table 1. The Isolation Frequency of *Bordetella bronchiseptica* from Pig Snout

Farms	(No. of snout adult swine)	No. of <i>B. bronchiseptica</i> isolated(%)
1	20	12(60)
2	10	3(30)
3	10	5(50)
4	10	7(70)
5	10	7(70)
6	3	1(33.3)
7	2	2(100)
8	2	1(50)
9	2	0 (0)
10	1	1(100)
11	20	12(60)
12	10	3(30)
13	3	1(33.3)
14	12	3(25)
Total	115	58(50.4)

Table 2. The Isolation Frequency of *Bordetella bronchiseptica* from Nasal Swab of Swine

Farms	No. of nasal swab (4-10 weeks old)	No. of <i>B. bronchiseptica</i> isolated(%)
A	5	1(20)
B	10	4(40)
C	10	2(20)
D	3	2(66.7)
E	2	1(50)
F	2	1(50)
G	3	1(33.3)
H	2	1(50)
I	2	1(50)
J	10	7(70)
K	14	3(21.4)
L	3	0(0)
M	4	1(25)
Total	70	25(35.7)

4~10주령 자돈의 nasal swab에서 *B. bronchiseptica* 분리율은 Table 2에 나타나 있는 바와 같이 70두중 25두에서 분리되어 개체별 감염율은 35.7%이었으며, 돈군별 감염율은 13개 양돈장중 12개 양돈장에서 분리되어 92.3%이었다.

전체적으로는 공시돈 185두중 83두에서 *B. bronchiseptica*가 분리되어 개체별 감염율은 44.9% 농장별로는 27개 농장중 25개 농장(92.6%)이 *B. bronchiseptica*에 감염되었음을 알 수 있었다.

공시한 83주의 *B. bronchiseptica*에 대한 생화학적 성상은 Table 3에 나타난 바와 같이 oxidase activity, catalase test, urease activity, citrate 이용능력, tetrazolium 환원 시험, nitrate 환원 시험, tyrosine 가수분해 시험 등에는 양성 반응을 나타낸 반면 H₂S 산생 시험, Tween(20, 40, 60, 80) 가수분해 시험, dextran과 levan산생 시험, methyl red 시험, Vöges-Proskauer 시험, DNase activity, 당분해 시험 등은 음성 반응을 나타내었다.

potassium tellurite agar에서는 거의 모든 균주가 성장하지 못하였으나 NaCl(6%, 7.5%, 9%)을 첨가한 배지에서는 성장능력을 가지고 있었다. litmus milk 시험에서는 80.7%의 균주가 alkali 반응을 나타내었으며 83주의 분리균중 81주(97.6%)가 용혈성을 가진 것으로 나타났다. 혈액배지에서의 집락형태, capsule 유무 및 용혈성 등 Nakase(1957a, b)의 분류방법에 의거하여 볼 때 I 상균은 83주중 81주인 것으로 확인되었다.

Table 3. Biochemical Properties of 83 *Bordetella bronchiseptica* Isolated from Swine

Properties	No. of positive	Percentage
Growth on potassium tellurite	2	2.4
Hemolysis of blood agar	81	97.6
Oxidase activity	82	98.8
Catalase test	82	98.8
Urease activity	82	98.8
Citrate utilization	81	97.6
Tetrazolium reduction test	83	100
Reduction of nitrates	81	97.6
Production of H ₂ S	0	0
Hydrolysis of tryosine	81	97.8
Hydrolysis of Tween 20	0	0
Hydrolysis of Tween 40	0	0
Hydrolysis of Tween 60	0	0
Hydrolysis of Tween 80	0	0
Hydrolysis of starch	0	0
Hydrolysis of esculin	0	0
Litmus milk (alkaline reaction)	67	80.7
Dextran & levan Production	0	0
Methyl Red test	0	0
Voges-Proskauer test	0	0
DNase activity	0	0
NaCl 6%	83	100
NaCl 7.5%	79	95.2
NaCl 9%	63	76.0
Acid from 1% carbohydrates*	0	0

* : Carbohydrates; arabinose, fructose, galactose, glucose, maltose, mannitol, sucrose, xylose

고 찰

*B. bronchiseptica*는 전세계적으로 분포하며 많은 종의 동물로부터 분리되어져 왔다. 1966년 Switzer 등(1966)은 스핑크, 여우, 주머니쥐, 너구리, rat 등에서 본 균의 분리를 보고했으며, 호흡기 질병이 있는 말에서도 분리된 예가 보고되어져 있다. Thompson 등(1976)과 Wright 등(1973)은 *B. bronchiseptica*가 개에서 호흡기 질병의 원인체라고 보고했으며, SPF개에 감염시켰을때 kennel cough를 유발시킨다는 것이 Bemis 등(1977)에 의해 보고되었다. 돼지에서는 전염성 위축성 비염을 일으키는 균으로써 주목되어 왔으며, 1960년대에 여러 학자들의 감염시험(Duncan 등, 1966; Shimizu 등, 1971)에 의해 병원성이 인정되었다.

*B. bronchiseptica*는 치사적인 질병을 일으키지는 않

지만 만성적으로 돈군에 상재하면서 사료효율과 증체율을 저하시킴으로써 양돈가에게 경제적 손실을 초래한다(Underdahl 등, 1982; Giles, 1986). 우리나라에서도 본 병에 의한 피해가 적지 않으며 경기도지방에서는 이미 18.4%의 균 감염율이 보고된 바 있다(박정문 등, 1976). 본 시험에서는 27개 양돈장의 185두를 대상으로 균 분리를 시도하여 이 중 25개 농장에서 83주가 분리되어 돈군별 및 개체별 감염율은 각각 92.3%, 44.9%로서 박정문 등(1976)의 성적보다는 높았다. Cameron 등(1980)은 영국 남부지방의 돼지 844두를 조사한 결과 424두에서 *B. bronchiseptica*를 분리하여 50%의 분리율을 보고했고, Jenkins 등(1977)은 Alabama주 남부의 4,524두중 503두에서 균을 분리하여 11%의 분리율을 보였으며, Harris 등(1969)은 Iowa의 6~8주령 돼지를 조사한 결과 25%의 분리율을 얻었다.

이상의 분리성적을 볼 때 미국 Alabama주와 Iowa주는 분리율이 11%와 25%로 낮았고, 영국남부지방과 영남지방의 분리율은 각각 50%와 44.9%로써 서로 비슷하였으나 Jenkins 등(1977) 및 Harris 등(1969)의 성적보다는 높았다.

분리균의 생화학적 성상을 확인코저 각종 성상을 비교 검토한 바 Pittman (1984), Pittman과 Wardlaw (1981) 및 Cowan(1974)의 분류기준중 *Alcaligenes species*와 감별시험으로 사용된 tetrazolium환원시험에서 모두 음성이었으며 potassium tellurite agar에서 성장 능력은 음성으로 나타났고 urease activity, citrate이용능력, nitrate환원시험 등은 양성, esculin가수분해 시험, MR-VP시험, 당분해시험 등은 음성을 나타내는 등 그의 실험들도 Pittman(1984), Pittman과 Wardlaw(1981), Cowan(1974) 및 Johnson과 Sneath(1973) 등의 분류기준과 일치하는 성적이었다. 또한 Nakase(1975a, b)는 *B. bronchiseptica* I상균단이 용혈성을 나타낸다고 하였는데 본 시험에 공시한 83주의 분리균중 용혈성을 나타낸 것은 81주이었다.

결 론

1986년 8월부터 1987년 7월말 사이에 영남지방의 13개 양돈장에서 사육되고 있는 4~10주령의 자돈 70두로부터 채취한 nasal swab specimen과 14개 양돈장에서 출하되는 비육돈 115두로부터 채취한 nasal turbinate에서 *Bordetella bronchiseptica*의 분리를 시도하고 분리균의 생물화학적 특성을 조사하였다.

4~10주령 돼지의 nasal swab 70예중 25예(35.7%)에서 *B. bronchiseptica*가 분리되었으며 농장별로는 13개 농장중 12개 농장(92.3%)이 *B. bronchiseptica*에 감염되어 있었다. 비육돈의 nasal turbinate재료 115예중 58예(50.4%)에서 *B. bronchiseptica*가 분리되었으며 농장별로는 14개 농장중 13개 농장(92.9%)이 *B. bronchiseptica*에 감염되었음을 알 수 있었다.

분리한 83주의 *B. bronchiseptica*는 Cowan(1974) 및 Pittman(1984)의 분류기준에 일치하였으며 그중 81주(97.6%)는 I상균이었다.

참 고 문 헌

Baars, J.C., DeJong, M.F., Storm, P.K., Willems, H. and Pennings, A. (1982) Atrophic rhinitis and its control with an adjuvant vaccine consisting of *B. bronchiseptica* and *P. multocida* strains. Proc. 7th. Int. Cong. Fig. Vet. Soc., Mexico, p.121.

Bemis, D.A., Carmichael, L.E. and Appel, M.J. G. (1977) Naturally occurring respiratory disease in a kennel caused by *Bordetella bronchiseptica*. Cornell Vet., 67 : 282~293.

Bercovitch, Z. and Akkermans, J.P.W.M. (1974) The control of atrophic rhinitis in the Netherlands. Proc. Intern. Fig. Vet. Soc., R8.

Cameron, T.D.A., Giles, C.J. and Smith, I.M. (1980) The prevalence of *Bordetella bronchiseptica* and turbinate (conchal) atrophy in English pig herds in 1978-79. Vet. Rec., 107 : 146~149.

Cowan, S.T. (1974) Manual for the identification of medical bacteria. 2nd ed., Cambridge University Press, London, p. 89~90.

Cross, R.F. and Claflin, R.M. (1962) *Bordetella bronchiseptica*-induced porcine atrophic rhinitis. J. A. V. M. A., 141 : 1467~1468.

Daniel, G.M., Freese, W., Henry, S., Strevermer, E., Straw, B. and Switzer, W.P. (1986) An up-to-date review of atrophic rhinitis. Vet. Med., 81 : 735~744.

Dirks, C., Schoss, P. and Schimmelpfenning, H. (1973) Aetiology of atrophic rhinitis of swine. D. T. W., 80 : 342~368.

Duncan, J.R., Ross, R.F., Switzer, W.P. and Ramsey, F.K. (1966) Pathology of experimental *Bordetella bronchiseptica* infection in swine; atrophic rhinitis. Am. J. Vet. Res., 27 : 457~466.

Farrington, D.O. and Switzer, W.P. (1977) Evaluation of nasal culturing procedures for the control of atrophic rhinitis caused by *Bordetella bronchiseptica* in swine. J. A. V. M. A., 170 : 34~36.

Ferry, N.S. (1910) A preliminary report of the bacterial findings in canine distemper. Am. Vet. Res., 37 : 499~504.

Ferry, N.S. (1912) *Bacillus bronchisepticus*(*bronchicanis*); the cause of distemper in dogs and a similar disease in other animals. Vet. J., 68 : 376~391.

Ferry, N.S. (1913) Bacteriology and control of acute infections in laboratory animals. J. Path., 18 : 445~455.

- Ganaway, J.R., Allen, A.M. and McPherson, C. W. (1965) Prevention of acute *Bordetella bronchiseptica* pneumonia in a guinea pig colony. *Lab. Anim. Care*, 15 : 156~162.
- Giles, C.J. (1986) *Disease of Swine*. 6th ed., Iowa State University Press, Iowa, p.444~468.
- Giles, C.J., Smith, I. M., Baskerville, A.J. and Brothwell, E. (1980) Clinical bacteriological and epidemiological observation on infectious atrophic of pigs in Southern England. *Vet. Rec.*, 106 : 25~28.
- Goodnow, R.A. (1977) Control of atrophic rhinitis with a *Bordetella bronchiseptica* bacterin. *Vet. Med. Small Anim. Clin.*, 72 : 1210~1212.
- Goodnow, R.A. (1980) Biology of *Bordetella bronchiseptica*. *Microbiological Reviews*, 44 : 722~738.
- Gwatkin, P. (1959) Rhinitis of swine. XII. Some practical aspects of the rhinitis complex. *Can. J. Comp. Med. Vet. Sci.*, 23 : 338.
- Harris, D.L., Rose, R.F. and Switzer, W.P. (1969) Incidence of certain microorganisms in nasal cavities of swine in Iowa. *Am. J. Vet. Res.*, 30 : 1621~1624.
- Hasebe, H. (1971) Occurrence and epizootiological surveys of infectious atrophic rhinitis in swine. *Nippon Vet. Zootech. Col. Bull.*, 19 : 92~102.
- Jenkins, E.M., Anthony, V., Vance, R.T., Cleveland, J. and Gbadamosi, G.S. (1977) Prevalence of *Bordetella bronchiseptica* infection in swine of Southeastern Alabama. *Am. J. Vet. Res.*, 38 : 2071~2074.
- Johnson, R. and Sneath, H.A. (1973) Taxonomy of *Bordetella* and related organisms of the Families *Achromobacteraceae*, *Brucellaceae* and *Neisseriaceae*. *Int. J. Sys. Bact.*, 23 : 381~404.
- Kang, B.K., Koshimizu, K. and Ogata, M. (1971) Studies on the etiology of infectious atrophic rhinitis of swine. III. Field survey by agglutination test in relation to incidence of *B. bronchiseptica* and turbinate atrophy. *Jap. J. Vet. Sci.*, 33 : 17~23.
- Nakai, T., Kume, K., Yoshikawa, H., Oyamada, T. and Yoshikawa, T. (1986) Changes in the nasal mucosa of specific pathogen free neonatal pigs infected with *pasteurella multocida* or *Bordetella bronchiseptica*. *Jap. J. Vet. Sci.*, 48 : 693~701.
- Nakase, Y. (1957a) Studies on *Hemophilus bronchisepticus*. II. Phase variation of *H. bronchisepticus*. *Kitasato Arch. of Exp. Med.*, XXX Nos., 3-4 : 73~78.
- Nakase, Y. (1957b) Studies on *Hemophilus bronchisepticus*. III. Differences of biological properties between phase I and phase III of *H. bronchisepticus*. *Kitasato Arch. of Exp. Med.*, XXX Nos., 3-4 : 79~84.
- Nielsen, N.C. (1983) Prevalence and economic significance of atrophic rhinitis of pigs. *Comm. Eur. Communities Rep. EUR 8643 EN*. Luxembourg, p.35.
- Phillips, C.E. (1943) *Alcaligenes (Brucella) bronchisepticus* as a factor in porcine pneumonias. *Canada J. Comp. Med.*, 7 : 58~59.
- Pittman, M. (1984) *Bergey's Manual of Systemic Bacteriology*. 8th ed., Williams & Wilkins, London. p.388~393.
- Pittman, M. and Wardlaw, A.C. (1981) *The Prokaryotes*. Springer Verlag, New York, p.1075~1085.
- Runnels, L.J. (1982) Infectious atrophic rhinitis of swine. *Vet. Clin. North Amer.*, 4 : 301~319.
- Sawata, A., Nakai, T., Tsuji, M. and Kume, K. (1984) Dermonecrotic activity of *pasteurella multocida* strains isolated from pigs in Japanese field. *Jap. J. Vet. Sci.*, 46 : 142~148.
- Shashidhar, B.Y., Underdahl, N.R. and Socha, T. E. (1983) Serologic survey for *Brodetella bronchiseptica* in Nebraska specific-pathogen-free pigs. *Am. J. Vet. Res.*, 44 : 1123~1125.
- Shimizu, T., Nakagawa, M., Shibata, S. and Suzuki, K. (1971) Atrophic rhinitis produced by intranasal inoculation of *Bordetella bronchiseptica* in hysterectomy produced colostrum deprived pigs. *Cornell Vet.*, 61 : 696~705.
- Smith, I.M. and Baskerville, A.J. (1979) A selective medium facilitating the isolation and recognition of *Bordetella bronchiseptica* in pigs. *Vet. Sci.*, 27 : 187~192.
- Switzer, W.P. (1956) Studies on infectious atrophic

- rhinitis V. Concept that several agents may cause turbinate atrophy. Am. J. Vet. Res., 17 : 478~484.
- Switzer, W.P., Mare, C.J. and Hubbard, E.D. (1966) Incidence of *Bordetella bronchiseptica* in wildlife and man in Iowa. Am. J. Vet. Res., 27 : 1134~1136.
- Thompson, H., McCandlish, I.A.P. and Wright, N.G. (1976) Experimental respiratory disease in dogs due to *Bordetella bronchiseptica*. Res. Vet. Sci., 20 : 16~23.
- Underdahl, N.R., Socha, T.E. and Doster, A.R. (1982) Longterm effect of *Bordetella bronchiseptica* infection in neonatal pigs. Am. J. Vet. Res., 43 : 622~625.
- Wright, N.G., Thompson, H., Taylor, D. and Cornwell, H.J.C. (1973) *Bordetella bronchiseptica*: a re-assessment of its role in canine respiratory disease. Vet. Rec., 93 : 486~487.
- 김봉환(1982) 우리나라의 돼지 疾病 發生動向과 對策 (上). 대한수의사회지, 18 : 8~20.
- 김봉환(1983) 우리나라의 돼지 疾病 發生動向과 對策 (下). 대한수의사회지, 19 : 17~26.
- 박정문, 석호봉, 이현수, 윤용덕(1976) 돼지의 전염성 위축성비염에 관한 연구. 농사시험연구보고, 18 : 51~61.