

최근 경북지역의 양계농장에서 발생한 salmonellosis의 역학적 특성

오강희, 박노찬, 김영환, 조민희, 이준규, 신상희, 손재권, 정종식

경상북도가축위생시험소

Epidemiological properties of salmonellosis of poultry farms in Kyongbuk province at recent year

Gang-Hee Oh, No-Chan Park, Young-Hoan Kim, Min-Hee Cho,
Jun-Kyu Lee, Sang-Hee Shin, Jae-Kwon Son, Jong-Sik Jyeong

Kyongbuk Veterinary Service Laboratory

Abstract

The present study was conducted to investigate the epidemiological properties of salmonellosis of poultry farms in Kyongbuk province during the period from November 1998 to November 1999. And antibiotic susceptibility and biochemical characteristics of 120 *Salmonella* cultures isolated from chicken samples were also investigated.

The results obtained through this study were summarized as follows ;

1. Among 667,200 chickens of 31 flocks in 17 layer farms and 8 broiler farms, 61,350 chickens of 31 flocks were died with salmonellosis. The death rate of 25 farms varied from 0.1% to 75.0%, and the average death rate was 9.2%.
2. According to etiological agents, fowl typhoid was shown the most predominant outbreak among the salmonellosis during a year, which accounted for 88.0%(22/25) of the total case.
3. The serotypes of 120 *Salmonella* isolates were identified as 7 strains(5.8%) of *S pullorum*, 10 strains(8.4%) of *S typhimurium* and 103 strains(85.8%) of *S gallinarum*.
4. Most outbreak of fowl typhoid were prevalent on the layer chicken farms(77.3%), and the summer season(45.5%) also appeared the most hazardous season during the year.
5. It seemed that the Hyline breed(70.6%) was the most susceptible among the layer chicken breeds, and followed by Isabrown(23.5%), Tetra(5.9%) in order.
6. In layers, 76.4% of fowl typhoid occurred commonly from 14 to 40 weeks including the early laying period, but in broiler farms, all cases was outbreak within first second weeks.
7. All the strains of *S pullorum* were resistant to lincomycin(Lm), penicillin(Pm), and steptomycin(Sm), but sensitive to amikacin(Ak), ampicillin(Am), cephalothin(Ce), ciprofloxacin(Cip), chloramphenicol(Cm), colistin(Co), enrofloxacin(Enr), furazolidone(Fu), gentamicin(Gm).

kanamycin(Km), neomycin(Nm), polymyxin(Po), and teracycline(Tc). All the strains of *S typhimurium* were resistant to Lm(100%), Pm(100%), Po(90%), and Sm(90%), but were sensitive to Ak, Am, Ce, Cip, Cm, Co, Enr, Fu, Gm, Km, Nm, and Tc.

8. Minimum inhibitory concentration(MIC) of 103 strains of *S gallinarum* were also evaluated and their patterns were much more variable than others. All the strains of *S gallinarum* were sensitive to Ak, Am, Ce, Cip, Cm, Enr, Fu, Km, and Nm, but resistant to Lm(100%), and Sm(100%), 99(96.1%) to Co, 83(80.6%) to Pm, and 83(80.6%) to Po, 55(53.4%) to Gm, and 33(32.0%) to Tc.
9. The multiple drug resistance patterns of 120 *Salmonella* strains were CoLmPmPo Sm pattern(34.2%), CoGmLmPmPoSmTc(20.8%), CoGmLmPmPoSm(13.3%), CoGmLmSm(7.5%), LmPmSm(7.5%), LmPm(6.7%), CoLmSmTc(3.3%), CoGmLmSmTc(1.7%), GmLmSmTc (1.7%), CoGmLmPoSm(0.1%), LmPmPo(0.1%), CoLm Sm(0.1%), and LmSm(0.1%), in order.

Key words : Salmonellosis, Poultry, Epidemiology, Antibiotic susceptibility

서 론

*Salmonella*속 균은 동물과 사람에게 감염되어 장염, 위장염 및 패혈증을 일으키는 장내세균으로서 숙주가 다양하고 사람과 동물 상호간의 감염증을 유발하는 인수공통전염병의 원인균이며, 특히 이 속 균의 보균동물이 사람에게 대한 감염원이 되고 있어 환경이나 식품오염을 통하여 식중독을 일으키므로 공중보건상 대단히 중요시되고 있다^{1,2,3)}.

*Salmonella*속 균은 지구상 도처의 환경과 동물에 분포되어 있는 그람음성의 lactose비분해 균종 중 대표적인 병원균으로서, 일반적으로 숙주에 대한 적응성에 따라 숙주 특이성 그룹과 숙주 비특이성 그룹으로 대별하고 있다¹⁾. *S typhi*와 *S paratyphi*는 사람에게, *S dublin*은 소에, *S cholerasuis*는 돼지에, *S abortus equi*는 말에, *S abortus ovis*는 양에, *S pullorum*과 *S gallinarum*은 닭에 각각 친화성이 있는 균종이며, *S typhimurium*과 *S derby* 등은 거의 대부분의 동물에 친화성을 나타내고 있어 비특이성 균종으로 분류된다²⁾.

닭의 *salmonella* 감염증은 *S pullorum*에 의한 추백리, *S gallinarum*에 의한 가금티푸스, *S*

*typhimurium*과 다른 종의 *Salmonella*속 균에 의한 파라티푸스 감염증으로 대별하고 있으며, 이들 *Salmonella*속 균이 닭에 감염되어 피해를 줄 뿐만 아니라 무증상으로 내과하는 것도 있어 다른 동물이나 식품의 감염 및 오염원으로 작용하게 된다^{1,2)}.

*Salmonella*속 균은 사람과 각종 동물에서 광범위하게 분리되고 있으며, Poppe 등⁴⁾은 1992년까지 확인된 *salmonella* 혈청형이 2,300여종이나 되며, Lisa 등⁵⁾은 분리한 *salmonella* 혈청형들 중 절반이상이 닭에서 분리되었다고 함으로서 *salmonella*의 보균동물로서 닭이 차지하는 비중이 크다고 하였다.

한편, 추백리 또는 가금티푸스에 감염된 후 회복된 닭은 보균체가 될 수 있으며 이들 보균체를 통하여 후대병아리에 난계대 전염이 가능한 것으로 알려져 있다^{1~3,6,7)}. 추백리의 경우, 성계에는 감염되어도 대부분이 불현성 감염으로 내과하나 어린 일령의 병아리에는 이 병의 특이 증상인 설사와 더불어 심한 폐사 및 발육부진 등을 초래하는 반면에, 가금티푸스의 경우에는 어린 병아리 뿐만 아니라 성계에서도 임상 및 병리학적 소견이 명확하게 나타나며 심한 폐사를 일으키는 것으로 보고되고 있다^{6~9)}.

우리나라에서는 1968년 최 등¹⁰⁾에 의해서 가금티푸스의 발생이 균의 분리와 함께 보고된 바 있으며, 계통간에 있어 *S. gallinarum* 감염에 대한 감수성이 훨씬 높은 것으로 알려진 갈색 산란계로 대부분 전환되는 시기로 추정되는 90년대 초반 이후부터 야외농장에서는 본격적으로 가금티푸스가 문제화되기 시작한 것으로 조사되어 있다^{8,9)}. 그리고 육용계 농장과 종계장 유래의 병아리에서의 추백리 및 기타 파라티푸스에 의한 salmonellosis 감염률 역시 상당히 높은 실정이다^{6,7)}.

근년에 닭의 배합사료에 항생제 및 합성항균제의 첨가를 원칙적으로 금지함으로써 과거에 문제시 되지 않던 가금티푸스 등의 질병이 발생하여 감염계군을 도태하거나 양계장을 폐쇄하는 경우가 빈발하여 양계 농가에서는 심각한 경제적 피해를 초래하고 있는 실정이다⁹⁾. 그리고 이들 질병에 감염된 농장에서 사용하는 항생제 및 합성항균제의 효능도 점차 떨어짐과 동시에 무분별한 약제사용으로 약제내성균의 출현도 빈발하고 있는 경향이다^{8,9)}.

최근 가금티푸스를 비롯한 닭유래 *salmonella* 속 균에 관하여 많은 조사가 이루어지고 있으나, 주로 분리균의 혈청형 동정과 항균제 감수성 조사 등에 치우치고 있으며^{6,7,11-18)}, 피해상황 등에 관한 역학조사는 부진한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 1998년 11월부터 1년 동안 경북지방에서 병성감정 의뢰된 양계농가 중 salmonellosis로 진단된 산란계 및 육용계 농장을 대상으로 이들에 관련된 역학사항을 조사하기 위해 전반적인 salmonellosis 발생상황, 계절별 발생동향, 닭의 품종 및 일령에 따른 감수성 등에 대하여 조사하였다. 아울러 이들 농장의 가검물에서 분리된 *Salmonella* spp의 혈청형을 동정하였으며, 분리균의 약제내성 양상을 분석키 위해 minimum inhibitory concentration (MIC)를 조사하였고, 생화학적 특성에 대해서도 조사하였던 바 그 성적을 보고하고자 한다.

재료 및 방법

1. 발생상황 조사

1998년 11월부터 1999년 11월사이 경북가축위생시험소에 병성감정으로 의뢰된 양계농가 중 salmonellosis로 진단된 17개 산란계 농장과 8개 육용계농장을 대상으로 발생상황을 조사하였다.

2. 역학조사

총 25개 농장의 31개 계군에 대해 발병일령, 발생계절, 품종, 사육 및 폐사수수 등을 파악하여 역학조사를 실시하였다.

3. *Salmonella*속 균의 분리

*Salmonella*속 균의 분리배양에 이용된 재료로서는 발병 계군별로 3~5수의 닭가검물을 사용하였다. 간장과 비장 등 실질장기를 이용하여 무균적으로 채취한 가검재료는 MacConkey agar(Difco)에 직접 도말하여 37°C에서 24시간 배양함과 동시에 10배량의 selenite broth(Difco)에서 증균한 후 MacConkey agar에 24시간 동안 배양하였다. *Salmonella*속 균으로 의심되는 유당 비분해성 집락을 선택하여 triple sugar iron agar(Difco) 사면배지에서 alkaline slant, acid butt를 나타내고 urease 음성인 균에 대하여 생화학적 및 혈청학적 검사를 실시하였다.

4. 생화학적 성상검사

간장과 비장에서 분리한 총 120주의 균주에 대하여 Ewing¹⁹⁾의 방법에 따라 methyl반응, 운동성, urea산생능, indole산생능, H₂S산생능, ornithine decarboxylase, d-tartrate산생능 및 glucose가스산생능 시험과 adonitol, cellobiose, dulcitol, inositol, lactose, mannitol, raffinose, rhamnose, sucrose 및 trehalose 분해능 등의 성상검사를 실시함과 동시에 미생물분리동정기(Biolog)에서 이 결과를 확인하였다.

5. 혈청학적 검사

Difco사로부터 구입한 *salmonella* 균체인자 혈청(1, 4, 5, 9, 12) 및 편모인자 혈청(a, b, i, g·m, g·s·t, 1·2, 1·5)을 사용하여 Ewing¹⁹⁾의 방법에 따라 slide 및 tube 응집반응을 실시하여 혈청형을 동정하였다.

6. 항균제 감수성시험

간장 및 비장에서 분리한 총 120주의 *Salmonella*속 균주에 대하여 Steer 등²⁰⁾의 한천 평판 희석법에 의한 감수성시험을 실시하기 위하여 brain heart infusion agar 및 Mueller Hinton medium 배지를 사용하였고, 약제의 용해는 MacLowry 등²¹⁾의 방법에 준하였다. 사용된 약제는 sigma제품의 amikacin(Ak), ampicillin(Am), cephalothin(Ce), chloramphenicol(Cm), colistin(Co), furazolidone(Fu), gentamicin(Gm), kanamycin(Km), lincomycin(Lm), neomycin(Nm), penicillin(Pm), polymyxin(Po), streptomycin(Sm), tetracycline(Tc)과 ciprofloxacin(Cip; 유니화학), enrofloxacin(Enr; 이글케미칼) 등 16종의 항균제를 사용하였다. 약제별 농도는 1,600 μ g/ml에서 0.2 μ g/ml까지 14단계로 희석한 배지를 사용하여 분리균의 최소발육저지농도(minimum inhibitory concentration, MIC)를 조사하였다. 또한 MIC가 Gm은 12.5 μ g/ml, 기타 약제는 25 μ g/ml 이상일 때 내성균으로 판정되었다.

결 과

1998년 11월부터 1999년 11월까지 경북지역에서 닭 가검물을 의뢰한 농가 중 salmonellosis로 확인된 농장 및 계군은 17개 산란계 농장 23계군과 8개 육용계 농장 8계군으로서 총 25개 농장 31계군이였다. 이들 농장에 대한 역학상황을 조사하였던 바 Table 1에서 보는 바와 같이 농장규모는 산란계(17호)의 경우 2만수

이하의 사육농가가 11호(44.0%)로서 가장 많은 분포를 차지하고 있었고, 2만수 이상 사육규모의 농가가 2호(8.0%)였으며, 5만수 이상 사육규모의 농가는 3호(12.0%)로 낮은 빈도를 차지하고 있었다. 그리고 육용계 사육농가(8호)는 2만수 정도의 사육농가가 4호(50.0%)로서 절반을 차지하고 있었다. 이들 농장에서의 폐사율은 농장별로 0.1%~75.0%로 다양하게 나타났으며, 평균 폐사율은 9.2%로 나타났다.

또한 이들 발병농장들은 실험실내 약제감수성검사를 실시하기 전에 이미 약제를 사용하고 있었으며, 주로 gentamicin을 가장 많이 사용한 것으로 조사되었고, enrofloxacin, apramycin, penicillin을 사용한 농장도 있었다. 그리고 발생농장의 감염유형을 조사한 결과 5개 농장(farm B, G, O, T, W)은 최근 1-2년 사이 가금티푸스를 경험하였으며, 5개 농장(farm C, I, L, V, Y)은 가금티푸스가 만성화된 집단촌내에서 사육하는 농장이며, 3개 농장(farm J, K, N)은 외부에서 중추를 구입하여 사육하던 중 발병하였다. 그리고 4개 농장(farm M과 R, O와 Q)은 서로 인접한 독가형 양계장이었다.

1998년 11월부터 1년간 경북지역의 양계농가로부터 의뢰된 가검물 중 구체적인 질병명이 salmonellosis로 진단된 25개 농장 중 가금티푸스는 22개 농장(88.0%)에서 확인되어 가장 많은 발생을 나타내었으며, 이 중 17개 농장이 산란계농장(68.0%)으로서 압도적인 발생을 나타내었고, 육용계 농장에서도 5개 농장에서 발생되어 가금티푸스는 상당한 빈도(20.0%)로 발생하였다. 그러나 추백리는 1개 농장(4.0%)에서만 발생되었고, 파라티푸스 감염증은 2개 농장(8.0%)에서 발생되었으며, 이들 분리균은 *S typhimurium*으로 밝혀졌다(Table 2).

25개 양계장 31계군으로부터 계군당 3-5계군, 총 120주의 분리균주 중 *S gallinarum*(103주), *S pullorum*(7주) 및 *S typhimurium*(10주)에 대한 생화학적 성장검사를 실시한 결과는 Table

3과 같다. 103주의 *S. gallinarum*은 모든 균주가 운동성, urease산생능, indole 및 H₂S 산생능 시험에서 음성이었고, methyl red 반응 시험에서는 양성이었으며, 당분해능 시험에서는 dulcitol, mannitol, trehalose에서 양성반응을 보였고, adonitol, cellobiose, inositol, raffinose, rhamnose, sucrose에는 음성이었으며, glucose

내 가스산생능은 없었다. 또한 ornithine decarboxylase에는 음성이었고, d-tartrate에는 양성이었다.

7주의 *S. pullorum* 분리주는 운동성, urease산생능, indole 및 H₂S산생능, methyl red반응 시험과 당분해능 시험에서 adonitol, cellobiose, inositol, mannitol, raffinose, sucrose 및

Table 1. Epidemiological properties of outbreak farms in Kyongbuk province from 1998 to 1999

Farm	Breed	Class	No of total chicken	No of infected chicken	No of total dead chicken	Drugs used at farms	Strain isolated
A	Havard	Broiler	20,000	1,000	600	enrofloxacin	<i>S. gallinarum</i>
B	Hyline	Layer	10,000	100	100	gentamicin	<i>S. gallinarum</i>
C	Isabrown	Layer	25,000	3,000	900	gentamicin	<i>S. gallinarum</i>
D	Havard	Broiler	25,000	2,200	2,200	enrofloxacin	<i>S. gallinarum</i>
E	Havard	Broiler	18,000	6,000	3,500	penicillin	<i>S. gallinarum</i>
F	Havard	Broiler	21,000	1,000	840	-	<i>S. typhimurium</i>
G	Hyline	Layer	75,000	9,000	1,900	-	<i>S. gallinarum</i>
H	Mixed (Semi)	Broiler	8,000	2,000	1,600	enrofloxacin	<i>S. pullorum</i>
I	Isabrown	Layer	7,000	200	100	gentamicin	<i>S. gallinarum</i>
J	Hyline	Layer	17,000	400	200	gentamicin	<i>S. gallinarum</i>
K	Hyline	Layer	7,500	200	200	gentamicin	<i>S. gallinarum</i>
L	Hyline	Layer	15,000	500	500	-	<i>S. gallinarum</i>
M	Hyline	Layer	21,700	50	30	gentamicin	<i>S. gallinarum</i>
N	Isabrown	Layer	30,000	900	900	apramycin	<i>S. gallinarum</i>
O	Tetra	Layer	20,000	300	200	-	<i>S. gallinarum</i>
P	Hyline	Layer	50,000	700	700	-	<i>S. gallinarum</i>
Q	Hyline	Layer	50,000	200	200	apramycin	<i>S. gallinarum</i>
R	Hyline	Layer	6,000	100	20	-	<i>S. gallinarum</i>
S	Havard	Broiler	120,000	5,000	5,000	-	<i>S. typhimurium</i>
T	Hyline	Layer	20,000	3,000	500	gentamicin	<i>S. gallinarum</i>
U	Havard	Broiler	20,000	10,000	10,000	-	<i>S. gallinarum</i>
V	Hyline	Layer	10,000	400	400	gentamicin	<i>S. gallinarum</i>
W	Isabrown	Layer	17,000	700	700	-	<i>S. gallinarum</i>
X	Mixed (Semi)	Broiler	40,000	30,000	30,000	-	<i>S. gallinarum</i>
Y	Hyline	Layer	14,000	100	60	-	<i>S. gallinarum</i>

Table 2. Diagnostic results of submitted chickens from outbreak farms in Kyongbuk province from 1998 to 1999

Class	No of positive / No of tested(%)		
	Layer	Broiler	Total
Fowl typhoid	17/22(77.3)	5/22(22.7)	22/25(88.0)
Pullorum disease	0/0(0.0)	1/1(100)	1/25(4.0)
Paratyphoid	0/0(0.0)	2/2(100)	2/25(8.0)
Total	17/25(68.0)	8/25(32.0)	25/25(100)

Table 3. Biochemical properties of 120 cultures of *salmonella* isolated from chicken samples

Properties	<i>S gallinarum</i>	<i>S pullorum</i>	<i>S typhimurium</i>
	No of positive strains(%)	No of positive strains(%)	No of positive strains(%)
Motility	0(0)	0(0)	10(8.3)
Urease	0(0)	0(0)	0(0)
Indole production	0(0)	0(0)	0(0)
H ₂ S	0(0)	0(0)	10(100)
Methyl red	103(100)	7(100)	10(100)
Ornithine decarboxylase	0(0)	7(100)	10(100)
Adonitol	0(0)	0(0)	0(0)
Cellobiose	0(0)	0(0)	0(0)
Dulcitol	103(100)	0(0)	10(100)
Glucose(gas)	0(0)	7(100)	10(100)
Inositol	0(0)	0(0)	0(0)
Mannitol	103(100)	7(100)	10(100)
Raffinose	0(0)	0(0)	0(0)
Rhamnose	0(0)	7(100)	0(0)
Sucrose	0(0)	0(0)	0(0)
Trehalose	103(100)	7(100)	10(100)
d-tartrate	103(100)	0(0)	0(0)

trehalose 등에 대한 분해능이 *S gallinarum* 분리주와 동일한 반응을 나타내었으나, ornithine decarboxylase에는 양성, d-tartrate에는 음성을 나타내어 상반되는 반응을 보였다. 그리고 당분해능은 dulcitol에는 음성, rhamnose에는 양성을 나타내었고, glucose내 가스산생은 양성반응을 나타내었다.

10주의 *S typhimurium* 분리주는 모든 균주가 운동성이 있었고, urease 및 indole 산생능은 음성반응을 나타내었으며, H₂S산생능과 me-

thyl red 반응시험에서는 양성반응을 나타내었다. 당분해능 시험에서는 dulcitol에는 *S gallinarum* 분리주와 같은 양성을 나타내었고, glucose내 가스산생은 *S pullorum* 분리주와 동일한 양성반응을 나타내었으며, mannitol과 trehalose에는 양성, adonitol, cellobiose, inositol, raffinose, rhamnose 및 sucrose에 대해서는 음성반응을 나타내었다. ornithine decarboxylase와 d-tartrate에는 각각 *S pullorum* 분리주와 동일한 반응을 나타내었다.

생화학적 반응에서 *salmonella*로 동정된 120주의 *salmonella*균에 대한 혈청형의 분포양상을 조사하였던 바 Table 4에 나타낸 바와 같이 *S pullorum*이 7주(5.8%)였으며, *S gallinarum*이 103주(85.8%)가 분리되어 분리주의 거의 대부분을 차지하고 있었고, 나머지 10주(8.4%)는 파라티푸스 혈청형인 *S typhimurium*인 것으로 확인되었다.

경북지역의 양계농장에서 salmonellosis의 발생에 관한 월별 분포를 조사하였던 바 Table 5에 나타낸 바와 같이 5월에 3건(12.0%)이 발생되어 다소 증가 양상이었으며, 8월에 5건(20.0%)으로 가장 발생건수가 많았으며, 이어서

11월에도 4건(16.0%)이 발생되었다. 이 성적을 토대로 하여 Table 6에서는 계절별로 salmonellosis의 분포양상과 이들 중 가장 압도적인 빈도를 차지하였던 가금티푸스의 발생양상을 비교 조사하였던 바 salmonellosis는 6월부터 9월까지의 여름에 11건(44.0%)이 발생하여 가장 높은 발생양상을 나타내었으며, 이어서 가을에 8건(32.0%)이 발생하였다. 그리고 가금티푸스는 여름과 가을에 각각 10건(45.5%), 8건(36.4%)으로서 가장 많은 발생빈도를 차지하였다.

경북지역의 양계농장에서 사육하고 있는 닭 품종에 따라서 salmonellosis에 대한 감수성을 조사하였던 바 Table 7과 같이 산란계의 경우

Table 4. Serotypes of salmonella isolated from chicken samples from Nov 1998 to Nov 1999 in Kyongbuk province

Serotypes identified	No of <i>salmonella</i> serotypes isolated from(%)		
	Layer	Broiler	Total
<i>S pullorum</i>	0(0.0)	7(18.0)	7(5.8)
<i>S gallinarum</i>	81(100)	22(56.4)	103(85.8)
<i>S typhimurium</i>	0(0.0)	10(25.6)	10(8.4)
Total	81(67.5)	39(32.5)	120(100)

Table 5. Monthly distribution of salmonellosis outbreak at chicken farms in Kyongbuk province

Month	'98 NOV	'98 DEC	'99 JAN	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	Total
No of farms	2	1	2	3	2	1	5	3	2	4	25
Percentage	8.0	4.0	8.0	12.0	8.0	4.0	20.0	12.0	8.0	16.0	100

Table 6. Comparison of seasonal frequency between salmonellosis and fowl typhoid outbreak at chicken farms in Kyongbuk province

Season	No of positive(%)				Total
	Spring (Mar to May)	Summer (Jun to Sep)	Autumn (Oct to Nov)	Winter (Dec to Feb)	
Salmonellosis	3(12.0)	11(44.0)	8(32.0)	3(12.0)	25(100)
Fowl typhoid	1(4.5)	10(45.5)	8(36.4)	3(13.6)	22(100)

에는 모두가 갈색산란계를 사육하고 있는 것으로 조사되었고, 그 중 Hyline 품종이 70.6% (12/17)로 가장 압도적인 점유율을 차지하였다. 이어서 Isabrown 품종이 23.5%(4/17)로 나타났으며, Tetra 품종은 5.9%(1/17)로 조사되었다. 그리고 육용계의 경우는 Havard 품종이 75.0% (6/8)로 가장 높은 비율을 차지하였다.

경북지역의 가금농장에 대해서 닭의 일령에 따라서 salmonellosis의 발생분포 양상을 조사 하였던 바 Table 8과 같이 산란계의 경우 14주령부터 시작하여 20주령까지의 발생이 5개 농장(29.4%)으로 가장 많았으며, 이어서 21주령~30주령과 31주령~40주령이 각각 4개 농장, 그리고 40주령~50주령 및 50주령 이상에서의 발생이 각각 2개 농장으로 조사되었다. 육용계 사육농장의 경우에는 생후 1주일(≤7)이내에 발생이 2개 농장(25.0%)이었으며, 1주일~2주일 사이에 발생한 농장이 6개 농장으로서 전체의 75.0%(6/8)를 차지하였다.

가장 많이 분리되었던 103주의 *S. gallinarum* 분리주에 대한 최저발육저지농도(MIC)를 조사한 결과 Table 9에서 보는 바와 같이 Cm은 0.2μg/ml, Cip는 0.4μg/ml, Enr과 Fu는 1.6μg/ml, Am은 6.3μg/ml, Ak, Ce, Km 및 Nm은 12.5μg/ml의 순으로 감수성을 보였고, Pm과 Po는 100 μg/ml, Co는 200μg/ml, Gm, Sm 및 Tc는 400μg/ml, 그리고 Lm은 800μg/ml에서 감수성이 있음을 알 수 있었다.

총 120주의 *salmonella* 분리주에 대하여 16종의 항균제에 대한 최저발육저지농도(MIC)를 조사한 결과 Table 10에서와 같이 육용계에서 분리된 7주의 *S. pullorum* 균주는 Lm, Pm 및 Sm에서는 전 균주가 내성을 나타내었고, 이들 약제를 제외한 약제에는 감수성을 가진 것으로 조사되었으며, 10주의 *S. typhimurium*은 Lm과 Pm에 전 균주가 내성이었고, Po 및 Sm에는 각각 1주(10%)가 내성을 나타내었다. 그리고 가장 많이 분리되었던 103주의 *S. gallinarum* 분

Table 7. Comparison of susceptibility among the chicken breeds to the salmonellosis in the Kyongbuk province

Class	Breed	No of infected farm	Percentage
Layer	Hyline	12	70.6
	Isabrown	4	23.5
	Tetra	1	5.9
	Total	17	100
Broiler	Havard	6	75.0
	Mixed(Semi)	2	25.0
	Total	8	100

Table 8. Distribution pattern according to the age of chicken infected with salmonellosis in the Kyongbuk province

Class	Layer(Weeks)							Broiler(Days)		
	Age	14~20	21~30	31~40	subtotal	40~50	>50	Total	≤7	7~15
No of farms		5	4	4	13	2	2	17	2	6
Percentage		29.4	23.5	23.5	76.4	11.8	11.8	100	25.0	75.0

Table 9. Minimum inhibitory concentration(MIC) of 103 isolates of *S. gallinarum*

Antimicrobial drugs	No of strains inhibited at MIC(μg or unit/ml)													
	1600	800	400	200	100	50	25	12.5	6.3	3.1	1.6	0.8	0.4	0.2
Ak								70	32	1				
Am									3	65	17	18		
Ce								102	1					
Cip													3	100
Cm														103
Co				8	71	20		3		1				
Enr											7	3		93
Fu											103			
Gm			3	2	16	34						5	43	
Km								8	35	10	50			
Lm		58	44			1								
Nm								1	51	51				
Pm					61	22		20						
Po					35	43	5	17		3				
Sm			13	42	5		43							
Tc			27	4	2					70				

리주는 Lm 및 Sm에 전 균주가 100%의 내성을 나타내었고, 이어서 Co에 96.1%, Pm 및 Po에 80.6%, Gm에 53.4%, Tc에 32.0%의 내성을 나타내었다.

Ak등 16종의 항균제에 대한 내성형을 조사한 성적은 Table 11과 같으며 분리균 모두가 2종 이상의 항균제에 대하여 내성을 가진 다제내성균이었고, 다제내성균 중 5제 내성균이 44주(36.7%)로 가장 많았으며, 이어서 7제 내성균이 25주(20.8%), 6제 내성균이 16주(13.3%), 4제 내성균이 15주(12.5%), 3제 내성균이 11주(9.2%), 그리고 2제 내성균이 9주(7.5%)이었다. 이들의 내성형은 모두 13개형으로 나타났으며, 그 유형은 CoLmPmPoSm 내성이 41주(34.2%)로서 가장 많았으며, 이어서 CoGmLmPmPoSmTc 내성이 25주(20.8%), CoGmLmPmPoSm 내성이

16주(13.3%), CoGmLmSm 및 LmPmSm 내성이 각각 9주(7.5%), LmPm 내성이 8주(6.7%), CoGmLmSmTc 및 GmLmSmTc내성이 각각 2주(1.7%), 그리고 CoGmLmPoSm, LmPmPo, CoLmSm 및 LmSm 내성이 각각 1주(1.0%)이었다.

고 찰

*Salmonella*속 균은 각종 동물에 감염하여 질병을 일으킬 뿐만 아니라 동물들 사이 또는 사람에의 감염원이 되고 있으며, 이 속 균에 의한 인체 감염례가 많아 이에 관한 역학적인 연구는 *salmonella*감염증 예방 및 공중보건에 매우 중요시되고 있다¹⁾.

특히, 가금 생산물은 사람의 중요한 식량자원

Table 10. Antimicrobial drugs susceptibility of 120 isolates of *salmonella* species

Drugs	<i>S pullorum</i> (n=7)	<i>S typhimurium</i> (n=10)	<i>S gallinarum</i> (n=103)
Ak	7 (100)*	10 (100)	103 (100)
Am	7 (100)	10 (100)	103 (100)
Ce	7 (100)	10 (100)	103 (100)
Cip	7 (100)	10 (100)	103 (100)
Cm	7 (100)	10 (100)	103 (100)
Co	7 (100)	10 (100)	4 (3.9)
Enr	7 (100)	10 (100)	103 (100)
Fu	7 (100)	10 (100)	103 (100)
Gm	7 (100)	10 (100)	48 (46.6)
Km	7 (100)	10 (100)	103 (100)
Lm	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Nm	7 (100)	10 (100)	103 (100)
Pm	0 (0)	0 (0)	20 (19.4)
Po	7 (100)	9 (90)	20 (19.4)
Sm	0 (0)	9 (90)	0 (0)
Tc	7 (100)	10 (100)	70 (68.0)

* Number and percentage of the microorganisms showing susceptibility to the drugs tested by agar diffusion method.

Abbreviations : Ak ; Amikacin, Am ; Ampicillin, Ce ; Cephalothin, Cip ; Ciprofloxacin Cm ; Chloramphenicol, Co ; Colistin, Enr ; Enrofloxacin Fu ; Furazolidone, Gm ; Gentamicin, Km ; Kanamycin Lm ; Lincomycin, Nm ; Neomycin, Pm ; Penicillin, Po ; Polymyxin, Sm ; Steptomycin, Tc ; Teracycline.

이며 많은 양이 동시에 생산되어 대량으로 소비되기 때문에 닭이 *salmonella*속 균에 오염되면 사람의 건강에 큰 위협을 유발할 수 있으므로 이들에 대한 역학적 조사가 더욱 요구되고 있다^{1,18,22,23)}.

우리나라에서의 닭 유래 *salmonella*속 균의 혈청형은 *S typhimurium*, *S typhimurium var copenhagen*, *S pullorum*, *S gallinarum*, *S thompson*, *S serftenberg*, *S infantis*, *S gloucester*, *S berta*, *S richmond*, *S wildwood*, *S paratyphi A*, *S choleraesuis*, *S californica*, *S chester*, *S enteritidis*, *S heidelberg*, *S muenchen*등 18종의 혈청형이 보고

되어져 있고, 과거에는 이 중 *S typhimurium*이 가장 많이 분리되었으나⁶⁻¹⁸⁾, 근년에는 *S gallinarum*이 많은 비율로 분리되고 있다.

닭에서 발생하는 가금티푸스는 그 원인균이 추백리의 원인균과 혈청학적, 생화학적 성상이 유사하기 때문에 감별하기가 어려운 것으로 알려져 있다^{8,16,17)}. 그러나 병의 발생 및 폐사를 일으키는 양상이 두 질병간에 다소 차이가 있어서 추백리가 주로 어린 병아리에 발병하여 비교적 높은 폐사를 일으키는 것이 특징이라면 가금티푸스는 어린 병아리는 물론, 중추와 성계에서도 높은 폐사율을 나타내는 것으로 보고되고 있다^{8,9)}.

Table 11. Drug resistance patterns of 120 *salmonella* spp isolates

Resistance patterns	No of strain	Percentage
Lm Pm	8	6.7
Lm Sm	1	0.1
Co Lm Sm	1	0.1
Lm Pm Po	1	0.1
Lm Pm Sm	9	7.5
Co Gm Lm Sm	9	7.5
Co Lm Sm Tc	4	3.3
Gm Lm Sm Tc	2	1.7
Co Gm Lm Po Sm	1	0.1
Co Gm Lm Sm Tc	2	1.7
Co Lm Pm Po Sm	41	34.2
Co Gm Lm Pm Po Sm	16	13.3
Co Gm Lm Pm Po Sm Tc	25	20.8

닭에서 *salmonella*속 균의 감염경로는 난계대전염에 의한 수직감염과 오염된 분변이 여러 매개체를 통한 feco-oral route에 의한 개체간 감염 등 수평감염이 널리 알려져 있다^{1,2)}. 최근 들어 *S. gallinarum* 감염에 기인된 가금티푸스가 만연되고 있으며, 1993년 김 등⁸⁾이 균분리 성상 및 역학조사에 대한 보고를 하였고, 이후 박 등⁹⁾이 경북지방에서 *S. gallinarum*을 분리한 보고가 있다. 본 조사에서도 salmonellosis로 진단된 25건 중 가금티푸스는 22건(88.0%)에서 확인되어 압도적인 발생양상을 보이고 있었다. 그리고 특이적인 성적으로서 육용계 농장에서 가금티푸스는 상당한 비율(20.0%)로 발생하고 있음을 알 수 있었으며, *S. pullorum*은 추백리의 원인균으로 이 시험에서는 모든 균주가 산란계가 아니라 육용계에서 분리되었다. 이 성적으로 미루어 볼 때 야외농장에서 *salmonella*균에 의한 피해가 상당할 것으로 짐작되었으며, 이러한 결과는 난계대전염에 의한 수직감염과 매개체를 통한 수평감염을 추정할 수 있었다.

계절별로 salmonellosis의 분포양상과 이들 중 가장 압도적인 분포양상을 차지하였던 가금티푸스의 발생양상을 비교 조사하였던 바, salmonellosis와 가금티푸스는 여름철에 집중적인 발생을 나타내었다. 이러한 성적으로 미루어 볼 때 salmonellosis와 가금티푸스는 환경적으로 스트레스 요인이 많은 하절기에 가장 많이 발생함을 알 수 있었다.

Hutt와 Scholes²⁴⁾는 chicken-breed간에 있어서 *S. pullorum*에 대한 감수성에 차이가 있음을 보고하였으며, Smith²⁵⁾도 역시 *S. gallinarum*에 대하여 닭 품종간의 감수성에 차이가 있음을 확인한 바 있다. 이 시험에서도 가금티푸스로 진단된 산란계 농장이 모두 갈색산란계를 사육하고 있는 것으로 조사되었고, 그 중 Hyline 품종이 70.6%(12/17)로 가장 압도적인 점유율을 나타내어 이 품종이 가장 감수성이 높은 것으로 나타났으며, 이어서 Isabrown 품종이 23.4%(4/17), Tetra 품종이 5.9%(1/17)로 조사되었다. 이 성적은 우 등²⁶⁾의 성적에서도 지적되었듯이 Hyline과 Isabrown 품종은 가금티푸스의 인공감염에 대해서 높은 감수성을 가지고 있다는 사실과 일치하는 성적이었으며, Smith 등²⁵⁾의 성적과도 일치하는 것으로 조사되었다. 그리고 육용계의 경우는 이 등²⁷⁾의 조사성적에 따르면, 산란계의 경우보다도 가금티푸스에 대한 저항성이 보다 높은 것으로 조사되어 있지만 경북지역의 육용계 사육농장의 경우 Havard 품종이 조사대상 8개 농장중 6개 농장(75.0%)에서 발생되므로써 육용계 품종중에서는 이 품종이 높은 감수성이 있음을 시사해 주었다. 물론 이 품종이 경북지역의 육용계 농장에 있어서 차지하는 점유율이 상대적으로 높다는 점도 배제할 수 없는 실정임을 고려해야 할 것으로 사료되었다. 이 성적으로 미루어 볼 때 육용계에서도 가금티푸스는 전체 발생농가에 대하여 20.0%(5/25)의 발생빈도를 보이고 있어 야외상황에서는 육용계 농장에서도 가금티푸스는 상

당히 문제가 되고 있음을 알 수 있었다.

닭의 일령에 따라서 salmonellosis의 발생분포 양상을 조사하였던 바 산란계의 경우 14주령부터 시작하여 20주령까지의 발생이 5개 농장(29.4%)으로 가장 많았으며, 20주령 이후에도 지속적으로 거의 비슷한 발생양상을 보이고 있음을 알 수 있었다. 산란계에서는 14주령부터 20주령에서 가장 많이 발생한 것은 아마도 시산일령이 겹치면서 스트레스 요인이 가중됨으로서 기타 일령보다 비교적 높은 발생양상을 보인 것으로 사료되었다. 그리고 경북지역의 산란계 농장을 전체적으로 분석해 보았을 때 가금티푸스는 14주령 이후부터 40주령에 발생한 경우가 전체의 76.4%(13/25)를 차지하는 성적으로 미루어, 이 시기가 경북지역의 산란계 사육 농장의 경우 가장 취약한 시기임을 짐작할 수 있었다. 그러므로 이 시기에는 보다 집중적인 위생 및 사양관리에 신중을 기해야 할 필요성이 있음을 제시해 주었다.

육용계 사육 농장의 경우에는 생후 1주일(≤7)이내에 발생한 농장이 2개 농장(25.0%)이었으며, 1주일~2주일 사이에 발생한 농장이 전체의 75.0%(6/8)를 차지하였다. 이와같은 성적이 제시하는 바는 육용계의 경우 가금티푸스는 주로 생후 1~2주일 이내에 발생하는 것으로 미루어 난계대 감염증에 의한 발생 가능성을 높게 시사해 주었다. 우 등²⁶⁾의 성적인 가금티푸스의 인공감염시험에서도 2주령의 경우 접종후 8일째에 가장 많은 폐사계가 나타났으며, 폐사계가 지속적으로 출현하여 14일(2주일)까지 지속되었다는 성적을 토대로 할 때, 이 시험에서 조사된 육용계 농장의 경우에는 거의 전부가 난계대전염에 의한 감염증임을 강력히 시사해 주었다.

가장 많이 분리되었던 103주의 *S. gallinarum* 분리주는 Lm 및 Sm에 전균주가 내성을 나타내어 박 등⁹⁾, 윤 등²⁸⁾의 성적과 비슷하였으며, Co에 96.1%, Pm 및 Po에 80.6%, 그리고 Tc에

32.0%의 내성을 나타내어 선인들이 보고한 성적과는 다소 차이가 있었다. 또한 야외농장에서 치료약제로 많이 사용한 Gm은 55주(53.4%)가 내성을 나타내었는데, 이는 박 등⁹⁾, 류 등²⁸⁾의 0~25% 내성 성적과는 많은 차이가 있었다. 이러한 결과는 *S. gallinarum*이 *S. typhimurium*과 *S. pullorum* 보다는 각종 약제에 대하여 높은 내성을 획득하고 있는 것으로 확인되어 야외농장에서 약제 선택에 보다 신중을 기해야 할 것으로 사료 되었다.

한편 각종 동물로부터 다제내성인 *salmonella*속 균이 높은 수준으로 분리되고 있음이 여러 연구자들에 의하여 알려져 있으며^{7,9,29-32)}, 박 등⁹⁾은 1995년 닭에서 분리한 *S. gallinarum* 20주에서 BaCoLmPmSmSp와 BaLmPmSmSp의 2가지 내성형을 보고하였다. 이 실험에서는 분리균 모두가 2종 이상의 항균제에 대하여 내성을 가진 다제내성균이었고, 다제내성균 중 5개 내성균이 44주(36.7%)로 가장 많았다. 그리고 이들의 내성형은 모두 13개형으로 다양하게 나타나 박 등⁹⁾이 보고한 성적과는 큰 차이가 있었다. 이러한 성적이 제시하는 바는 *S. gallinarum*의 감염증의 경우 야외농장에서는 질병치료를 위하여 다양한 항균제를 무분별하게 사용하고 있음을 알 수 있었다.

따라서 이 질병의 방제를 위해서는 발병된 양계 농장에서는 출하 후 철저한 소독을 실시함과 아울러 몇 달 동안 계사를 비워두어 순환 감염을 차단하고, 비감염 농장에서는 감염된 농장으로부터의 닭과 난좌, 사람 등의 이동과 출입을 금지하여 감염원으로부터의 차단방역을 실시하여야 한다. 또한 발병되는 농장에서는 무분별한 약제를 사용함으로써 내성균 조장과 치료효과 저하를 유발하는 것을 방지하고, 발병 즉시 실험실 검사를 실시하여 원인균과 감수성 약제를 정밀 진단 후 효과적인 치료대책을 세워 집중적으로 단기간내에 이 병을 방제하여야 할 것으로 사료된다.

결 론

1998년 11월부터 1999년 11월사이 경북지방의 양계농장으로부터 병성감정 의뢰된 농가 중 살모넬라균증으로 진단된 17개 산란계 농장과 8개 육용계 농장 등 25개 농장을 대상으로 발생상황을 조사하고 가검재료에서 120균주를 분리하여 생물화학적, 혈청학적 성상 및 항균제 감수성 검사를 실시한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. Salmonellosis로 확인된 25개 농장에서의 폐사율은 농장별로 0.1%~75.0%로 다양하게 조사되었으며, 평균 폐사율은 9.2%로 나타났다.
2. Salmonellosis로 진단된 25건 중 가금티푸스는 22건(88.0%)으로 높은 비율을 차지하였고, 이어서 파라티푸스 감염증과 추백리가 각각 2건(8.0%)과 1건(4.0%)으로 검색되었다. 그리고 가금티푸스는 산란계 농장에서는 100%(17/17), 육용계 농장에서는 62.5%(5/8)의 압도적인 발생을 나타내었다.
3. 120주의 salmonella균주의 혈청형은 *S. gallinarum*이 103주(85.8%)가 분리되어 분리주의 거의 대부분을 차지하였고, *S. typhimurium*이 10주(8.4%), 그리고 *S. pullorum*이 7주(5.8%)였다.
4. 25개 농장에 대한 계절별 salmonellosis의 분포양상과 가금티푸스의 발생양상을 비교 조사하였던 바 salmonellosis는 여름에 11건(44.0%), 가을에 8건(32.0%)이 발생하였으며, 가금티푸스도 여름과 가을에 각각 10건(45.5%), 8건(36.4%)이 발생하여 가장 많은 발생분포를 차지하였다.
5. 25개 농장에 대하여 닭 품종에 따라서 salmonellosis에 대한 감수성을 조사하였던 바 산란계의 경우에는 발병계가 모두 갈색 산란계이었고, 그 중 Hyline 품종이 70.6%(12/17)로 높은 비율을 차지하였으며,

이어서 Isabrown 품종이 23.5%(4/17), Tetra 품종이 5.9%(1/17)로 조사되었다. 그리고 육용계의 경우는 Havard 품종이 75.0%(6/8)로 높은 비율을 차지하였다.

6. 닭의 일령에 따라서 salmonellosis의 발생 분포 양상을 조사하였던 바 산란계 농장은 14주~20주령까지의 발생이 5개 농장으로 29.4% (5/17)로 가장 많았으며, 육용계 사육농장은 1주~2주일령 사이에 발생한 농장이 6개 농장으로서 75.0%(6/8)를 차지하였다.
7. 닭에서 분리된 총 120주의 salmonella분리주에 대하여 16종의 항균제에 대한 감수성을 실시하였던 바 육용계에서 분리된 *S. pullorum*은 Lm, Pm 및 Sm에서는 전균주가 내성이었고, 이들 약제를 제외한 약제에는 전균주가 감수성을 나타내었다. *S. typhimurium*은 Lm과 Pm에 전균주가 내성이었고, Po 및 Sm에는 1주(10%)가 내성을 나타내었으며, 기타 약제에는 감수성을 나타내었다.
8. 가장 많이 분리되었던 103주의 *S. gallinarum* 분리주에 대하여 약제별로 감수성을 조사한 결과 Cm은 0.2 μ g/ml, Cip는 0.4 μ g/ml, Enr과 Fu는 1.6 μ g/ml, Am은 6.3 μ g/ml, Ak, Ce, Km 및 Nm은 12.5 μ g/ml의 순으로 감수성을 보였고, Pm과 Po는 100 μ g/ml, Co는 200 μ g/ml, Gm, Sm 및 Tc는 400 μ g/ml, 그리고 Lm은 800 μ g/ml에서 감수성이 있었다.
9. 분리균 모두가 2종 이상의 항균제에 대하여 내성을 가진 다제내성균이었고, 다제내성균 중 5제 내성균이 44주(36.7%)로 가장 많았으며, 이어서 7제 내성균이 25주(20.8%), 6제 내성균이 16주(13.3%), 4제 내성균이 15주(12.5%), 3제 내성균이 11주(9.2%), 그리고 2제 내성균이 9주(7.5%)이었다. 이들의 내성형은 모두 13개형으로 나

타났으며, 그 유형은 CoLmPmPoSm 내성이 41주(34.2%)로서 가장 많았으며, 이어서 CoGmLmPmPoSmTc 내성이 25주(20.8%), CoGmLmPmPoSm 내성이 16주(13.3%), CoGm LmSm 및 LmPmSm 내성이 각각 9주(7.5%), LmPm 내성이 8주(6.7%), CoGmLm SmTc 및 GmLmSmTc내성이 각각 2주(1.7%), 그리고 CoGmLmPoSm, LmPmPo, CoLmSm 및 LmSm 내성이 각각 1주(1.0%)이었다.

참고문헌

1. Calnek BW, Barnes HJ, *et al.* 1995. Diseases of poultry. 9th ed, Iowa State University Press, Ames, Iowa : 81~129.
2. Gillespie JH, Timoney JF, Scott FW, *et al.* 1988. Hagan and Bruner's microbiology and infectious diseases of domestic animals. 8th ed. Comstock Pub. Assoc. Ithaca and London : 74~88.
3. Linton AH. 1983. Guidelines on prevention and control of *Salmonellosis*. WHO Geneva 10~128.
4. Poppe C, Johnson RP, Forsberg CM, *et al.* 1992. *Salmonella enteritidis* and other *Salmonella* in laying hens and eggs from flocks with *Salmonella* in their environment. *Can J Vet Res* 56 : 226~232.
5. Lisa KN, Richard EW. 1991. Comparison of phenotypic characteristics of *Salmonella* spp isolated from healthy and ill(infected) chickens. *Am J Vet Res* 52 : 1512~1517.
6. 우용구, 이희수, 김기석 등. 1994. 국내 계군의 파라티푸스 감염실태조사. 농촌진흥청 수과학연구소 시험연구 보고서 : 345~350.
7. 오강희, 최원필. 1994. 초생추유래 *Salmonella*속 균의 생물학적 특성. 대한수의학회지 34(3) : 501~510.
8. 김기석, 이희수, 모인필 등. 1995. 국내 닭에서의 가금티푸스 발생. *RDA. J Agri Sci* 37(1) : 544~549.
9. 박노찬, 도재철, 조광현 등. 1995. 닭티푸스의 발생상황과 *Salmonella gallinarum*의 항균제 감수성. *한가위지*18(2) : 113~123.
10. 최재윤, 이시영, 이창구 등. 닭의 추백리에 관한 연구. 1968. 우리 나라에서 분리한 추백리균의 항원형에 관한연구. *가축위생연구소보* 14(1) : 47~51.
11. 김호훈, 신영학, 장영수 등. 1995. 최근 보건 검사실에서 분리된 *Salmonella*속 균의 혈청형 및 역학적 특성. *Kor J Vet Publ Hlth* 19 : 343~350.
12. 김원용, 장영호, 박경운 등. 1995. 가금에서 분리한 *Salmonella*속 균의 항원물질에 대한 감수성 및 plasmid profile. *Kor J Vet Res* 35(3) : 537~542.
13. 중강우사, 김종배, 마점술. 1985. 한국에서 분리한 동물유래 *Salmonella*의 약제내성과 plasmid의 검출. *서울대학교 수의대논문집* 10(2) : 145~153.
14. 김영자, 인선동, 유명해. 1971. 우리나라 닭에서 분리된 살모넬라속 균의 동정에 관한 보고. *국립보건원보* 8 : 31~35.
15. 김정규, 윤용덕, 김봉환 등. 1971. 우리나라에 있어서 동물유래 살모넬라속 균의 분포조사. *농시연보* 14(5) : 69~73.
16. 김영환, 김경희, 우용구 등. 1997. 경북지방 유래 추백리 양성계에서의 균분리 및 혈청역가 추이. *한가위지* 20(1) : 19~26.
17. 류재윤, 전무형, 장경수 등. 1999. 추백리 혈청검사 양성 산란계로부터 *Salmonella*속 균 분리. *한가위지* 22(3) : 221~237.
18. 탁연빈, 전도기. 1971. 동물에 있어서의 *Salmonella* 분포. *중앙의학* 20(3) : 259~263.

19. Ewing WH. 1986. Edwards and Ewing's identification of enterobacteriaceae. 4th ed New York Elsevier.
20. Steers E, Foltz EL, Graves BS, *et al.* 1959. An inocula replicating apparatus for routine testing bacterial susceptibility to antibiotics, *Antibiot Chemother* 9 : 307~312.
21. MacLowry JD, Jaqua MJ, Selepak ST. 1970. Detailed methodology and implementation of a semiautomated serial dilution microtechnique for antimicrobial susceptibility testing, *Appl Microbiol* 20 : 46~53.
22. Dougherty TJ. 1974. *Salmonella* contamination in a commercial poultry(broiler) processing operation. *Poult Sci* 53 : 814~821.
23. Sato S. 1991. *Salmonella enteritidis* infection in chicken. *モタンメア* 37 : 1~16.
24. Hutt FB, Scholes JC. 1941. Genetics of the fowl. 8th. Breed differences in susceptibility to *Salmonella pullorum*. *Poult Sci* 20 : 342~352.
25. Smith HW, Tucker JF. 1979. The effect on the virulence and infectivity of *Salmonella typhimurium* and *Salmonella gallinarum* of acquiring antibiotic resistance plasmids from organisms that had caused serious outbreaks of disease. *J Hyg Camb* 83 : 305~317.
26. 우용구, 김봉환. 1998. 가금티푸스균의 인공 감염에 대한 백색 및 갈색 산란계 계통간의 내병성 비교. *대한수의학회지* 38(4) : 784~792.
27. 이희수, 김순재, 김기석 등. 1994. *Salmonella gallinarum* 분리주로부터 추출한 세포외막 단백질의 닭에 대한 면역원성. *대한수의학회지* 37(3) : 501~510.
28. 윤용덕, 김종만, 김동성. 1981. 각종동물에서 분리한 살모넬라속 균의 약제 감수성. *Kor J Vet Publ* 5(1) : 19~24.
29. Bumstead N, Barrow P. 1993. Resistance to *Salmonella gallinarum*, *S pullorum* and *S enteritidis* in inbred lines of chickens. *Avian Dis* 37 : 189~193.
30. Smith HW, Tucker JF. 1989. The virulence of *Salmonella* strains for chickens : their excretion by infected chickens. *J Hyg Camb* 84 : 479~488.
31. Blackburn BO, Schalter LK, Swanson MR. 1984. Antibiotic resistance of members of the genus *Salmonella* isolated from chickens, turkeys, cattle, and swine in the United States during October 1981 through September 1982. *AJVR* 45(6) : 1245~1249.
32. Terakado N, Ohya T, Ueda H, *et al.* 1980. A survey on drug resistance and R plasmids in *Salmonella* isolated from domestic animals in Japan. *Jpn J Vet Sci* 24 : 543~550.