

야생조류 유래 대장균의 항생제 감수성 및 Plasmid Profile

곽현정* · 이우원 · 김집환 · 정경태 · 우병길 · 이강록 · 이동수
축산물위생검사소

Antimicrobial Susceptibility and Plasmid Profile of *E. coli* Isolated from Wild Bird

Hyun-Jeong Kwak †, Woo-Won Lee, Jam-Hwan Kim, Kyung-Tae Chung, Byung-Gil Woo, Gang-Rok Lee and Dong-Soo Lee
Veterinary Service Laboratory

Abstract

This study was conducted to investigate serologic characteristics, antimicrobial resistance and plasmid profile of 79 *E. coli* isolated from faecal samples of the wild bird in Busan area (Gangseo, Saha) during November 2004-February 2005.

The positive rates of raffinose (63.3%), sorbitol (96.2%), and sucrose (73.4%) were high, but those of esculin, arginine dihydrolase, and ornithine decarboxylase were low in the biochemical character of 79 isolated *E. coli*.

Among 79 isolates, O serotypes appeared in 3 strains of O55, 3 of O158, 2 of O18, 1 of O6, 1 of O8, 1 of O28ac and 1 of O125, and 47 strains highly tolerated against antimicrobial drugs such as tetracycline (40.5%), carbenicillin (27.8%).

15 strains showed 14 different plasmid bands composed of 1 to 6 bands ranged from 1.6 to 43 kb. The sizes of band were distributed in 11% of 43 kb, 6.3% of 5.3 kb, 5.1% of 11.4 kb. Plasmid profile of 15 strains were 2.5% of 43 kb, 2.5% of 2.4, 43 kb, and 2.5% of 5.3, 11.4, 43 kb.

Key Words : Wild bird, *E. coli*, Serologic characteristics, Antimicrobial resistance, Plasmid profile.

서 론

국내 야생조류의 서식지로 낙동강, 천수만, 성산포 등 많은 곳이 알려져 있으며 특히 낙동강 하구는 삼각주가 발달해 있고, 줄풀과 갈대숲이 무성하며 얇은 갯벌이 형성되어 야생조류의 번식지로 안성맞춤이다.

최근들어 야생조류는 가금 및 사람에게 각종 질병을 매개하는 전염원으로 인식되고 있어 그에 대한 연구에 많은 관심을 가지고 있다. 야생조류의 분변에서 고병원성 avian influenza virus가 관찰되어 가금 및 사람을 위협하고 있으며¹ 비둘기 유래 newcastle virus가 평의 장에서 분리된 바 있다.² 또한 야생조류의 분변에서 *Salmonella* spp., *Campylobacter jejuni*, *Clostridium perfringens* 등 장내 병원성 세균이 다소 검출되고,³ 비둘기의 장내용물에서 vero toxin 생산 대장균이 분리되는 등 가금 및 사람의 질병과 관련하여 야생조류는 중요한 전염 매개체로 추정되고 있다.

대장균은 동물과 사람의 장내 및 자연환경에 광범위하게 분포되어 있으며 Gram 음성의 lactose를 분해하는 짧은 간균으로 통성혐기성 세균으로 알려져 있다. 1885년 Theodor Escherich가 처음으로 대장균을 분리하여 *Escherichia coli*

로 명명하였고,⁵ 1893년 Jensen이 송아지 설사증의 원인이 대장균이라는 것을 보고한 이후 enterotoxin, pili 항원, R plasmid 등 대장균의 병원성 인자들이 주요 연구대상이 되고 있다.⁶ 국내에서도 이들 대장균이 음수나 축산식품에 오염되어 식중독과 설사증을 유발할 위험성이 높아 사람을 비롯하여 소, 돼지 등 가축을 대상으로 많은 연구가 보고된 바 있다.⁷⁻⁹

대장균에 의한 감염증으로 의학분야에서는 급성위장염 및 콜레라성 설사, 이질증후군, 유아 수막염 및 패혈증, 요로 감염증 등을 일으키고,⁷ 수의학 분야에서는 송아지의 패혈증 및 설사, 자돈의 설사 및 부종병, 자양의 패혈증 및 설사, 병아리의 패혈증 등을 일으키며 조류에서는 주로 호흡기 감염에 의한 급성패혈증, 심낭염, 수란관염, 복막염 등을 일으켜 축산업에 큰 경제적 손실을 초래하는 것으로 알려져 있다.¹⁰

최근들어 동물의 질병치료 및 예방을 목적으로 사용되는 항생물질의 오·남용으로 인한 내성균의 출현으로 질병치료에 많은 어려움을 겪고 있고 항생제에 노출의 기회가 거의 없는 야생조류에서도 내성균이 분리되는 등 이들에 대한 연구가 요구되어지고 있다. 또한 현재까지 국내에서 각종 동물유래 병원성 대장균에 관한 연구는 많이 보고되었으나 야생조류에 대한 보고는 거의 없는 실정이다. 야생조류는 이동이 용이하여 한반

† Corresponding author. E-Mail: hjflower@busan.go.kr
Phone: 051-331-0095, Fax: 051-338-8266

도 주변의 국가로부터 질병 유입의 가능성이 높고 국내 가족 및 사람에게 질병의 중요한 매개체로 작용할 수 있다.

따라서 저자는 역학조사의 일환으로 야생조류에서 분리한 대장균주의 몇가지 특성을 조사코자 부산일대 낙동가하류에서 서식하는 야생조류의 분변을 채취하고 각종 생화학적 성상시험에 의해 대장균으로 동정한 분리균에 대하여 O형정형을 조사하였다. 또한 이들 분리대장균의 항균제에 대한 내성을 검사하여 내성균의 출현빈도와 내성양상을 시험하고, plasmid DNA의 성상을 전기영동법으로 조사하여 항균제 내성과 비교한 바 얻은 성적들을 보고하는 바이다.

재료 및 방법

공시 재료 및 동정 시험

2004년 11월부터 2005년 2월까지 부산근교에서 서식중인 야생조류로부터 분변을 채취하여 균 분리 재료로 사용하였다. 균 분리는 먼저 동량의 멸균 생리식염수에 부유시켜 MacConkey agar (Difco, USA)에 접종하여 37°C에서 24시간 배양한 후 lactose를 분해하는 집락을 선정하여 triple sugar iron agar 시험, IMViC 시험을 거쳐 대장균과 성상이 유사한 균주를 대상으로 미생물분리동정기 (VITEK, France)에서 acetamide, arginine dihydrolase, esculin hydrolysis, adonitol, inositol, malonate 분해 등 29종의 생화학적 성상시험을 실시하여 대장균을 동정하였다.

혈청형 동정 시험

분리된 대장균의 혈청형 동정은 Ewing의 방법¹¹에 따라 Denka Seiken (Japan)에서 제조된 대표적인 병원성 대장균의 O 항혈청 51개를 사용하여 rapid slide agglutination test로 혈청형을 동정하였다.

항균제감수성 시험

분리한 대장균에 대한 항균제 감수성 시험은 Bauer 등의 disc diffusion method에 의해 실시하였다¹². 대장균은 tryptic soy broth (TSB; Difco, USA)에 접종하고 37°C에서 24시간 증균시킨 후 McFarland No. 0.5의 농도와 일치시킨 것을 Mueller Hinton agar (Merck, Germany) plate에 도말하여 항균제 disc (BBL, USA)를 접종한 후 37°C에서 18~24시간 배양한 다음 disc 주위 억제대를 측정하여 항균제에 대한 감수성 유무를 결정하였다.

감수성 시험에 사용한 항균제는 amikacin (30 µg), amoxicillin (30 µg), ampicillin (10 µg), carbenicillin (100 µg), cephalothin (30 µg), chloramphenicol (30 µg), colistin (10 µg), doxycycline (30 µg), gentamicin (10 µg), kanamycin (30 µg), nalidixic acid (30 µg), neomycin (30 µg), streptomycin (10 µg), tetracycline (30 µg), trimethoprim sulfamethoxazole (23.75/1.25 µg) 등 15종

으로 이에 대한 감수성을 조사하였다.

Plasmid DNA 분리 시험

대장균의 plasmid profile을 조사하기 위하여 Sambrook 등의 alkaline lysis method¹³로 plasmid를 분리하였다. 균체를 TSB에 접종하여 37°C에서 18시간 진탕 배양한 다음 배양액 1.5 mL를 원심분리 (15,000 rpm, 5분)하여 얻은 균체에 solution I (50 mM glucose, 10 mM EDTA, 25 mM TrisCl, pH 9.0, 4 mg/mL lysozyme) 100 µL를 가하고 실온에서 5분간 방치하였다. 여기에 solution II (0.2 N NaOH, 1% SDS) 200 µL를 가하여 얼음 속에 5분간 방치하고 solution III (3 M potassium acetate, pH 4.8) 150 µL를 넣어 다시 얼음 속에 10분간 방치한 후 원심분리하였다. 상층액에 동량의 TE saturated phenol/chloroform을 가하고 원심분리하여 얻은 상층액을 두 배 용량의 ethanol을 가하여 실온에서 10분간 방치한 후 원심분리하여 DNA를 침전하였다. DNA pellet은 70% cold ethanol로 세척하고 실온에서 10분간 방치한 후 TE buffer (pH 8.0) 50 µL로 용해하였다. 대장균으로부터 분리한 plasmid는 Mayer (1988)의 방법에 따라 loading buffer (30% glycerol, 50 mM EDTA, 0.025% bromopenol blue in 50 mM TrisHCl, pH 8.5)와 2:1로 혼합하여 0.8% agarose gel (Difco, USA)상에 loading 하고 TBE (89 mM Trise base, 89 mM boric acid, 2 mM EDTA, pH8.0) 완충액에서 90 V로 4시간 동안 전기영동을 실시하였다. 영동 후 agarose gel은 0.5 µL/mL의 ethidium bromide (Gibco, USA) 용액에 담근 후 UV transilluminator (Hoefler, USA)를 사용하여 plasmid를 확인하였다.

결 과

대장균의 생화학적 성상 시험

공시재료로부터 분리된 대장균 79주에 대하여 생화학적 성상시험을 실시한 결과는 Table 1과 같았다. acetamide, arginine dihydrolase, citrate, DP-300 resistance, esculin hydrolysis, ornithine decarboxylase, polymyxin B resistance, voges-proskauer 시험에서 모두 음성이었고, H₂S 시험에서 3주 (3.8%), urea hydrolysis 시험에서 5주 (6.3%)가 음성반응을 나타내었다. indole, methyl red 시험은 모두 양성이었고 P-coumaric resistance 시험은 76주 (96.2%), lysine decarboxylase 시험은 68주 (86.1%)가 양성으로 나타났다.

당분해 시험은 Table 2와 같이 indoxyl-β-D-glucoside oxidation, inositol, malonate 시험에서 모두 음성이었고, adonitol 시험은 1주 (1.3%)가 음성반응을 나타내었다. glucose, lactose, L-arabinose, mannitol, ONPG hydrolysis 시험에서 모두 양성이었고, maltose 시험은 78주 (98.7%), sorbitol 시험은 76주 (96.2%), xylose 시험은 76주

Table 1. Biochemical characteristics of 79 cultures of *E. coli* isolated from wild bird

Characteristics	No. of positive culture (%)	Characteristics	No. of positive culture (%)
Acetamide	0 (0)	Lysine decarboxylase	68 (86.1)
Arginine dihydrolase	0 (0)	Methyl red	79 (100)
Citrate	0 (0)	Ornithine decarboxylase	0 (0)
DP-300 resistance	0 (0)	P-coumaric resistance	76 (96.2)
Esculin hydrolysis	0 (0)	Polymyxin B resistance	0 (0)
H ₂ S	3 (3.8)	Urea hydrolysis	5 (6.3)
Indole	79 (100)	Voges Proskauer	0 (0)

Table 2. Carbohydrate fermentation test of 79 cultures of *E. coli* isolated from wild bird

Characteristics	No. of positive culture (%)	Characteristics	No. of positive culture (%)
Adonitol	1 (1.3)	Mannitol	79 (100)
Glucose	79 (100)	ONPG hydrolysis	79 (100)
Indoxyl- β -D-glucoside oxidation	0 (0)	Raffinose	50 (63.3)
Inositol	0 (0)	Rhamnose	69 (87.3)
Lactose	79 (100)	Sorbitol	76 (96.2)
L-arabinose	79 (100)	Sucrose	58 (73.4)
Malonate	0 (0)	Xylose	76 (96.2)
Maltose	78 (98.7)		

(96.2%)가 양성반응을 나타내었으며 raffinose 시험은 50주 (63.3%), rhamnose 시험은 69주 (87.3%), sucrose 시험은 58주 (73.4%)가 양성으로 나타났다.

혈청형 동정 시험

분리된 대장균 79주에 대한 O혈청형을 O항혈청 51개를 사용하여 동정한 결과 Table 3에서 보는 바와 같이 O55가 3주, O158이 3주, O18이 2주로 나타났고 O6, O8, O28ac와 O125는 각각 1주 등 7종의 O혈청형이 동정되었다. 그리고 67주는 혈청형을 확인하지 못했다.

항생제감수성 시험

야생조류에서 분리된 대장균 79주에 대한 항생제감수성 시험 결과 Table 4와 같이 15종 중에서 tetracycline (40.5%)

에 가장 높은 내성을 나타내었고, carbenicillin (27.8%), doxycycline (21.5%), ampicillin (8.9%) 등의 순으로 높은 내성을 나타내었다.

분리균의 각종 약제에 대한 내성양상을 조사한 결과 Table 5와 같이 47주 (59.5%)가 단제 또는 2제이상 약제에 대하여 내성을 나타내었고 내성유형은 17종으로 나타났으며 carbenicillin 및 tetracycline 내성은 각 12주 (15.2%), doxycycline과 tetracycline 2제내성은 6주 (7.6%) 등의 순이었으며 5제이상내성은 3주 (3.8%)로 관찰되었다. 32주 (40.5%)는 내성을 나타내지 않았다.

Plasmid profile

야생조류에서 분리된 대장균 79주의 plasmid profile은 Fig. 1과 같이 15주 (19.0%)에서 1~6개의 plasmid band를

Table 3. Serotype distribution of 79 cultures of *E. coli* isolated from wild bird

Serotype	No. of isolates	% of isolates
O6	1	1.3
O8	1	1.3
O18	2	2.4
O28ac	1	1.3
O55	3	3.8
O125	1	1.3
O158	3	3.8
Untypable	67	84.8
Total	79	100

Table 4. Antimicrobial resistance of 79 cultures of *E. coli* isolated from wild bird

Antimicrobials	No. of resistant isolates	% of resistant isolates
Amikacin (AN)	0	0
Amoxicillin (AmC)	0	0
Ampicillin (AM)	7	8.9
Carbenicillin (CB)	22	27.8
Cephalothin (CF)	3	3.8
Chloramphenicol (C)	1	1.3
Colistin (CL)	0	0
Doxycycline (D)	17	21.5
Gentamicin (GM)	0	0
Kanamycin (K)	0	0
Nalidixic acid (NA)	3	3.8
Neomycin (N)	0	0
Streptomycin (S)	4	5.1
Tetracycline (Te)	32	40.5
Trimethoprim/sulfamethoxazole (SXT)	2	2.5

Table 5. Antimicrobial resistant patterns of 79 cultures of *E. coli* isolated from wild bird

Resistant patterns	No. of resistant strains	% of resistant strains
CB	12	15.2
D	2	2.5
NA	1	1.3
Te	12	15.2
CB, Te	1	1.3
CF, Te	1	1.3
D, Te	6	7.6
AM, CB, Te	1	1.3
CB, CF, Te	1	1.3
CB, D, Te	1	1.3
D, Te, SXT	1	1.3
D, S, Te	2	2.5
AM, CB, CF, Te	1	1.3
AM, CB, D, Te	2	2.5
AM, CB, D, Te, SXT	1	1.3
AM, CB, C, D, NA, S, Te	1	1.3
AM, CB, D, GM, NA, S, Te	1	1.3
No resistance	32	40.5
Total	79	100

Fig. 1. Plasmid profile of the 79 *E. coli* isolates. M : λ DNA/EcoRI + Hind III (promega), lane 1~16 : *E. coli* plasmid DNA.

보유하였고, 1.6~43 kb 크기의 12종의 다양한 형태로 나타났으며, 64주 (81.0%)에서는 plasmid band가 분리되지 않았다. Plasmid profile은 43 kb 9주, 5.3 kb 5주, 11.4 kb 4주 등의 순으로 많았다.

고 찰

국내 야생조류의 서식지로 낙동강, 천수만, 성산포 등 많은 곳이 알려져 있으며 특히 낙동강 하구는 삼각주가 발달해 있

고, 출몰과 갈대숲이 무성하며 얇은 갯벌이 형성되어 야생 조류의 번식지로 안성맞춤이다. 야생조류는 이동이 용이하여 한반도 주변의 국가로부터 질병 유입의 가능성이 높고 국내 가축 및 사람에게 질병의 중요한 매개체로 작용할 수 있다.

대장균은 어린 돼지나 송아지에서 장염, 조류에서 주로 호흡기 감염에 의한 급성패혈증, 심낭염, 수란관염, 복막염 등을 일으켜 축산업에 큰 경제적 손실을 초래하고 있다.¹⁰ 현재까지 국내에서 각종 동물유래 병원성 대장균에 관한 연구는 많이 보고되었으나 야생조류에 대한 연구는 거의 없는 실정이다.

본 실험에서는 야생조류 분변에서 분리된 대장균에 대하여 생화학적 성상시험, 혈청형 동정, 약제감수성 및 plasmid profile을 조사하였다.

생화학적 성상시험을 실시한 결과 raffinose 63.3%, sorbitol 96.2%, sucrose 73.4%, esculin 0%, arginine dihydrolase 0%, ornithine decarboxylase 0%의 양성율을 나타내었다. Ewing¹¹의 *E. coli*에 대한 성상시험에서 raffinose 51.5%, sorbitol 81.3%, sucrose 59.2% 보다 높은 양성율을 나타내었고, 김 등¹²의 설사병에 감염된 자돈의 병원성 대장균에 대한 성상시험에서 raffinose 53.0%, sucrose 47.0% 보다 높은 양성율을 나타내었다. 한편 Ewing¹¹의 시험에서 esculin 50.6%, arginine dihydrolase 55.4%, ornithine decarboxylase 65.8%, 김 등¹²의 시험에서 arginine dihydrolase 44.0%, ornithine decarboxylase 70.1% 보다 현저히 낮은 양성율을 나타내었다.

Montgomery 등¹³은 4일령과 7일령의 계태아에서 대장균의 치사율과 관련된 생화학적 성상시험을 연구한 결과 raffinose, rhamnose, lysine decarboxylase 양성인 대장균이 공통적으로 계태아에 높은 치사율을 나타냈으며, sorbitol, arginine dihydrolase의 특성은 계태아의 일령에 따른 치사율과는 관련이 없는 것으로 보고한 바 있다. 본 연구에서 분리된 대장균은 raffinose 양성인 균주가 63.3%로 관찰되어 닭에 전염된다면 치명적인 질병을 일으킬 수 있을 것으로 사료된다.

야생조류의 분변에서 분리한 대장균 79주에 대하여 O 혈청형은 12주 (15.2%), 7종을 동정하였고 O55가 3주, O158이 3주, O18이 2주의 순으로 나타났으며, 혈청형의 분리율은 낮은 편이었다.

Blanco 등,¹⁶ White 등,¹⁷ Dias 등,¹⁸ Ewers 등¹⁹은 가금의 colibacillosis와 관련하여 병원성 대장균의 대표적인 O혈청형으로 O1, O2, O78을 보고하였으며, Zhao 등²⁰ Yang 등²¹은 O78의 분리율이 가장 높다고 하였다. Fukuyama 등²²은 비둘기와 까마귀의 장내용물에서 verotoxin 생산 대장균을 분리하고 대표적인 O혈청형으로 O78, O152, O153을 보고하였다. 본 실험은 O55, O158, O18의 순으로 분리하여 차이가 있었으며 이것은 야생의 환경에서 비교적 건강한 것으로 추정되는 야생조류의 분변을 채집하였기 때문으로 사료된다.

한편 Heller와 Drabkin²³은 옛부터 병원성 대장균의 대표

적인 혈청형인 O1, O2, O78은 건강한 가금의 분변에서는 분리율이 낮다고 보고하였으며 Tin-Sukhon 등²⁴은 대장균은 지형, 나라에 따라 혈청형이 다양하고 시대에 따라 혈청형이 변한다고 보고하였다.

야생조류에서 분리된 대장균 79주에 대한 항균제내성은 47주 (59.5%)가 내성을 나타내었고, 20주 (25.3%)는 2제이상에 내성을 나타내었다. 대장균의 항생제내성 비율은 Nakamura 등²⁵은 야생조류에서 18.7%, 서 등¹⁰은 비둘기에서 26.5%, Kimpe 등²⁶은 비둘기에서 대부분 약제에 내성을 나타내지 않는다고 보고하였으며, Cole 등²⁶은 야생거위에서 72.0%를 보고하였다. 본 연구에서는 Nakamura 등,²⁵ 서 등,¹⁰ Kimpe 등²⁶의 성적보다는 높았으나 Cole 등²⁶의 성적에 비하여 낮게 나타났다.

요즘 동물의 질병치료 및 예방 목적으로 사용되는 항생물질의 남용과 오용으로 인한 내성균 특히 다제내성균의 출현으로 질병치료에 많은 문제를 겪고 있는데, 이것은 가축 뿐 아니라 야생조류에서도 문제가 될 것으로 사료된다. Cole 등²⁶은 야생거위의 높은 약제내성은 가축사육지가 근접한 곳에 거위가 서식하기 때문이며, 가축의 배설물, 주위 농작물, 연못에서 분리한 대장균이 모두 비슷한 약제내성을 나타내는 것은 야생거위가 가축의 배설물로 오염된 농작물 및 물을 섭취하기 때문으로 보고하였다. 본 실험에서 야생조류 유래 대장균의 높은 항균제내성율은 야생조류의 먹이 및 주위 환경이 높은 내성율을 나타내는 대장균으로 오염되었을 것으로 사료된다.

한편 대장균 79주에 대한 항균제내성은 tetracycline (40.5%), carbenicillin (27.8%)의 순으로 나타났으며, 단제 및 2제 이상 내성균 47주의 내성유형은 17종으로 carbenicillin 및 tetracycline 내성이 각 12주 (15.2%), doxycycline과 tetracycline 2제내성은 6주 (7.6%)로 나타났다. 서 등¹⁰은 비둘기 유래 대장균의 약제내성은 streptomycin (19.9%), tetracycline (18.9%)으로 보고하였으며, 약제내성 유형은 streptomycin과 tetracycline 2제내성 (27.3%), streptomycin 단제내성 (20.5%)의 순으로 나타났다. Cole 등²⁶은 야생거위 유래 대장균은 약제내성은 tetracycline (64.0%), streptomycin (56.0%), ampicillin (20.0%)의 순으로 보고하였다.

한편 국내에서 가축의 약제내성을 연구한 정 등⁹은 돼지 유래 대장균의 약제내성은 tetracycline (86.2%), streptomycin (82.8%)을 보고하였고 약제내성 유형은 streptomycin과 tetracycline 2제내성이 41.0%, ampicillin, streptomycin, tetracycline 3제내성 및 tetracycline 단제내성이 각 11.5%로 나타났다. 이와 최²⁷는 citrate 이용 대장균변이주의 약제내성율을 65.0%로 보고하였으며, tetracycline 64.2%, streptomycin 43.1%의 순이었으며 약제내성 유형은 tetracycline, streptomycin 2제내성이 36.6%, tetracycline 단제내성은 21.9%로 나타났다.

야생조류와 가축에서 유래된 대장균의 항균제내성을 비교하면 임상치료에 흔히 사용되는 tetracycline의 내성이 공통적

으로 높게 나타났다. 그러나 야생조류는 약제를 접할 기회가 거의 없으므로 가축 유래 대장균으로 오염된 먹이 및 물 등을 야생조류가 섭취하는 것으로 추정된다.

대장균 79주의 plasmid profile은 15주 (19.0%)에서 1~6개 band를 보유하고 1.6~43 kb, 12종의 형으로 나타났다. 다양한 plasmid profile 가운데 43과 profile 2,4, 43 및 profile 5,3, 11,4, 43은 각 2주로 일부 공통집이 나타났다. 또한 plasmid profile은 43 kb가 9주, 5.3 kb 5주, 11.4 kb 4주 등의 순이었으며, plasmid band를 가진 15주 가운데 11주가 약제내성을 가지고 있었으나 plasmid profile과 특정 약제의 내성, band의 수와 다제내성과는 관련이 없었다.

Sherley 등²⁸은 항생제에 대한 내성은 plasmid와 관련이 없으며 저항성을 나타내는 유전자의 수평이동에 의한다고 하였다. 또한 여러번의 복제를 통해 작은 size의 plasmid를 얻었으나 plasmid profile 및 band의 수와 내성을 나타내는 항생제의 수와는 관련이 없다고 보고하였다. Jalaluddin 등²⁹은 설사 환자에서 대장균을 분리하여 plasmid profile을 검사하고 사람의 병원성 대장균의 약제내성과 plasmid는 관련이 없다는 보고를 하였다.

한편 Hartman 등³⁰은 tetracycline에 대한 저항성의 일부는 8.6 kb 무게의 plasmid를 동일하게 가진다고 하였으며 Malkawi와 Youssef³¹는 tetracycline, ampicillin 단제내성을 나타내는 대장균은 25 kb의 plasmid profile을 일반적으로 가진다고 보고하였다. 본 실험에서는 plasmid profile과 특정 약제의 내성과는 관련이 없는 것으로 나타나 차이가 있었다. 이는 집단사육 등으로 인한 주위 환경의 영향을 적게 받는 야생조류의 분변을 채집하였고 plasmid의 분리율이 19.0%로 낮은 것과 관련이 있을 것으로 사료되며 좀더 세심한 연구가 이루어져야 할 것이다.

결 론

2004년 11월부터 2005년 2월까지 부산시 강서구, 사하구 일원의 철새 등 야생조류 도래지 주위에서 분변을 수집하여 대장균을 분리하고 그 특성을 조사한 바 다음과 같은 성적을 얻었다.

1. 야생조류의 분변으로부터 분리한 대장균 79주의 생화학적 특성은 raffinose 50주, sorbitol 76주, sucrose 58주가 positive로 비교적 높은 양성율을 보였고, esculin, arginine dihydrolase, ornithin decarboxylase는 negative로 현저히 낮은 양성율을 나타내었다.

2. 대장균 79주의 O 혈청형은 7종으로 나타났으며 O55가 3주, O158이 3주, O18이 2주로 나타났고 O6, O8, O28ac와 O125는 각 1주가 나타났다.

3. 대장균 47주 (59.5%)가 내성을 나타내어 항균제내성은 상

당히 높았으며 약제 내성은 tetracycline (40.5%), carbenicillin (27.8%)의 순이었으며 내성유형은 carbenicillin 및 tetracycline 내성이 각 12주 (15.2%), doxycycline과 tetracycline 2제내성은 6주 (7.6%)로 나타났다.

4. 대장균 15주 (19.0%)에서 plasmid band 1~6개를 보유하고, 1.6~43 kb, 12종의 다양한 형이었으며 43 kb 9주, 5.3 kb 5주, 11.4 kb 4주 등의 순으로 나타났다.

참 고 문 헌

1. Swayne, D. E., Suarez, D. L. "Highly pathogenic avian influenza", *Rev Sci Tech*, 19(2), 463-482(2000)
2. Capua, I., Manvell, R.,J., Antonucci, D., Scaramozzino, P. "Isolation of the pigeon PMV-1 variant of Newcastle disease virus from imported pheasants (*Phasianus colchicus*)", *Zentralbl Veterinarmed B*, 41(10), 675-678(1994)
3. Craven, S. E., Stern, N. J., Line, E., Bailey, J. S., Cox, N. A., Fedorka-Cray, P. "Determination of the incidence of *Salmonella* spp., *Campylobacter jejuni*, and *Clostridium perfringens* in wild birds near broiler chicken houses by sampling intestinal droppings", *Avian Dis*, 44(3), 715-720(2000)
4. Fukuyama, M., Furuhashi, K., Oonaka, K., Sakata, S., Hara, M., Kakuno, Y., Itoh, T., Kai, A., Obata, H., Watanabe, T. "Isolation and serotypes of Vero toxin-producing *Escherichia coli* (VTEC) from pigeons and crows", *Kansenshogaku Zasshi*, 77(1), 5-9(2003)
5. Carter, G. R., Chengappa, M. M., Roberts, A. W. *et al.* : Essentials of veterinary microbiology. Williams & Wilkins, Baltimore, pp.151-165(1995)
6. Biberstein, E. L., Yuan, C. Z. : Review of Veterinary Microbiology. Black-well Scientific Publications Inc, Boston, pp.103-109(1990)
7. 송희종, 채효석, "가축에서 대장균 감염증", 한국가축위생학회지, 21(4), 413-429(1998)
8. 탁연빈, "계 유래 *Escherichia coli*의 항생물질내성 및 R 인자의 분포", 대한수의학회지, 17(1), 1-4(1977)
9. 정수관, 정석찬, 최원필, "돼지 유래 대장균의 생물학적 특성과 plasmid profile에 대하여", 대한수의학회지, 30(3), 287-295(1990)
10. 서동균, 최원필, 박노찬, "비둘기 유래 대장균의 생물화학적 특성에 대하여", 대한수의학회지, 30(4), 427-434(1990)

11. Ewing, W.H. : Edwards and Ewing's Identification of Enterobacteriaceae, Elsevier Science, New York, pp.93-97(1986)
12. Bauer, A. W., Kirby, W. M.M., Sherris, J. S. "Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disk method", *Am J Clin Pathol*, 45, 493-496(1966)
13. Sambrook, J., Fritsch, E. F., Maniatis, T. : Molecular cloning a laboratory manual. SCH laboratory, New York, pp.1.25-1.28(1989)
14. 김봉환, 김동성, 이창구, "자돈의 병원성 대장균증에 관한 연구", *대한수의학회지*, 21(2), 81-86(1981)
15. Montgomery, R. D., Jones, L. S., Boyle, C. R., Luo, Y., Boyle, J. A. "The embryo lethality of *Escherichia coli* isolates and its relationship to various in vitro attributes" *Avian Dis*, 49, 63-69(2005)
16. Blanco, J. E., Blanco, M., Mora, A., Jansen, W. H., Garcia, V., Vazquez, M. L., Blanco, J. "Serotypes of *Escherichia coli* isolated from septicemic chickens in Galicia(northwest Spain)", *Vet Microbiol*, 31, 229-235(1988)
17. White, D.G., Wilson, R.A., Emery, D.A., Nagaraja, K.V., Whittam, T.S. "Clonal diversity among strains of *Escherichia coli* incriminated in turkey colisepticemia", *Vet Microbiol*, 34, 19-34(1993)
18. Dias, D. S., Ferreira, W. A., Brocchi, M., Hollanda, L. M., Pestana, de Castro, A. F., Tatsumi, Y. A., Lancellotti, M. "Biological characteristics and pathogenicity of avian *Escherichia coli* strains", *Vet Microbiol*, 85, 47-53(2002)
19. Ewers, C., Janssen, T., Wieler, L. H. "Avian pathogenic *Escherichia coli* (APEC)", *Berl Munch Wochenschr*, 116(9-10), 381(2003)
20. Zhao, S., Maurer, J. J., Hubert, S., De Villena, J. F., McDermott, P. F., Meng, J., Ayers, S., English, L., White, D. G. "Antimicrobial susceptibility and molecular characterization of avian pathogenic *Escherichia coli* isolates", *Vet Microbiol*, 107(3-4), 215-224(2005)
21. Yang, H., Chen, S., White, D. G., Zhao, S., McDermott, P., Walker, R., Meng, J. "Characterization of multiple-antimicrobial-resistant *Escherichia coli* isolates from diseased chickens and swine in China", *J Clin Microbiol*, 42(8), 3483-3489(2004)
22. Heller, E. D., Drabkin, N. "Some characteristics of pathogenic *Escherichia coli* strains", *Br Vet J*, 133, 572-578(1977)
23. El-Sukhon, S. N., Musa, A., Al-Attar, M. "Studies on the bacterial etiology of airsacculitis of broilers in northern and middle Jordan with special reference to *Escherichia coli*, *ornithobacterium rhinotracheale* and *bordetella avium*", *Avian Dis*, 46, 605-612(2002)
24. Nakamura, M., Yoshimura, H., Koeda, T. "Drug resistance and plasmids of *Escherichia coli* strains isolated from six species of wild birds", *Jpn J Vet Sci*, 44, 465-471(1988)
25. Kimpe, A., Decostere, A., Martel, A., Haesebrouck, F., Devriese, L. A. "Prevalence of antimicrobial resistance among pigeon isolates of *Streptococcus gallolyticus*, *Escherichia coli* and *Salmonella enterica* serotype Typhimurium", *Avian Pathol*, 31(4), 393-397(2002)
26. Cole, D., Drum, D. J., Stalknecht, D. E., White, D. G., Lee, M. D., Ayers, S., Sobsey, M., Maurer, J. J. "Free-living Canada geese and antimicrobial resistance", *Emerg Infect Dis*, 11:6(2005)
27. 이현준, 최원필. "동물유래의 citrate 이용대장균 변이주에 관하여", *대한수의학회지*, 23(2), 173-178(1983)
28. Sherley, M., Gordon, D. M., Collignon, P. J. "Evolution of multi-resistance plasmids in Australian clinical isolates of *Escherichia coli*", *Microbiology*, 150, 1539-1546(2004)
29. Jalaluddin, S., de Mol, P., Hemelhof, W., Bauma, N., Basseur, D., Hennart, P., Lomoyo, R. E., Rowe, B., Butzler, J. P. "Isolation and characterization of enteroaggregative *Escherichia coli* (EAggEC) by genotypic and phenotypic markers isolated from diarrheal children in Congo", *Clin Microbiol Infect*, 4(4), 213-219(1998)
30. Hartman, A. B., Essiet, I. I., Isenbarger, D. W., Lindler, L. E. "Epidemiology of tetracycline resistance determinants in *Shigella* spp. and enteroinvasive *Escherichia coli* : characterization and dissemination of tet(A)-1", *J Clin Microbiol*, 41(3), 1023-1032(2003)
31. Malkawi, H. I., Youssef, M. T. "Antibiotic susceptibility testing and plasmid profiles of *Escherichia coli* isolated from diarrheal patients", *J Trop Pediatr*, 44(3), 128-132(1998)