

## 비둘기 由來 大腸菌의 生物學的 特性에 대하여

徐東均 · 崔源弼 · 朴魯燦\*

慶北大學校 獸醫科大學, 慶北家畜衛生試驗所\*

(1990. 8. 21 접수)

### Biological characteristics of *Escherichia coli* isolatep from pigeons.

Dong-kyun Seo, Won-pil Choi, No-chan Park

College of Veterinary Medicine, Kyungpook National University Kyungpook Animal Health Laboratory

(Received Aug 21, 1990)

**Abstract:** The purpose of this study was to examine O serotypes, colicin and hemolysin production, antibiotic susceptibility and haemagglutinating ability to animal erythrocytes among *Escherichia coli* strains isolated from pigeons in Taegu province.

Of the 166 strains isolated, 28 strains (16.9%) were classified into 6 O serotypes and their types were O20(42.9%), O15(17.9%), O139(14.3%), O101(10.7%), O149(7.1%) and O8(7.1%).

Of the 166 strains isolated, none was hemolytic and 3(1.8%) were colicinogenic.

Antibiotic susceptibility test of *Escherichia coli* isolates was performed by the agar dilution method, using ampicillin, chloramphenicol, gentamicin, rifampicin, streptomycin (Sm), nalidixic acid, sulfadimethoxine and tetracycline (Tc).

Forty four strains (26.5%) were resistant to one or more drugs and the most common resistance patterns were SmTc (27.3%).

Of the 44 drug resistant strains, 6 strains haemagglutinated erythrocytes of chicken, guinea pig and 2 of the 6 strains agglutinated goose erythrocytes.

**Key word:** *Escherichia coli*, pigeon, serotype, plasmid.

### 要 旨

大腸菌은 어린 돼지나 송아지등에서腸炎을, 그리고鳥類에서 주로呼吸器 感染에 의한急性敗血症, 心囊炎, 輸卵管炎, 腹膜炎 등을 일으켜, 畜産業에 큰經濟的 損失을 가져오는 實情이다.<sup>1-5</sup> 病原性 大腸菌은 K88, K99, 987P, F41 등 이른바 colonization factors에 의하여 小腸粘膜 上皮細胞에 附着하여 增殖하면서 腸毒素을 產生하여 病原性を 誘發한다.<sup>6-9</sup>

한편, 家禽에서는 一般 動物과는 달리 지금까지 特異한 pilus를 가진 大腸菌에 관한 報告는 없으나 病原性 또는 非病原性 大腸菌이 共有하고 있는 type I pilus에 관하여 呼吸氣道內 感染에서의 役割을 調査한 研究는 많다.<sup>10,11</sup> pilus는 各種 動物의 赤血球와 凝集력이

있으나 type I pilus와 같이 D-mannose에 의해 血球凝集力과 附着力이 抑制되는 mannose-sensitive haemagglutination(MS)과 K88, K99, 987P 등과 같이 抑制되지 않는 mannose-resistant haemagglutination(MR)으로 나누어진다.<sup>12-16</sup>

現在까지 알려진 170여種의 O血清型 중에서 家禽에서 주로 나타나는 血清型은 地域에 따라 差異는 있으나 O1, O2, O8, O45, O71, O78, O88, O111, O128, O149 등이 많으며<sup>17-22</sup>, 특히 O1, O2, O78의 3血清型이 대부분을 차지한다고 한다.<sup>23</sup>

各種 細菌性 疾病의 治療 및 豫防을 위해 抗生物質의 濫用 및 誤用으로 耐性菌의 出現頻度가 높아지고 있고<sup>24,25</sup>, 이를 지배하는 染色體의 遺傳物質인 R plasmid를 통한 耐性傳達樣相으로 인해 治療豫防에 많은 문제

점을 나타내고 있다.<sup>26,27</sup> 특히, 抗生物質에 직접 노출 기회가 거의 없는 野生鳥類에서도 耐性菌 및 R plasmid가 分離되고 있어 이들에 대한 많은 研究가 이루어지고 있다.<sup>28,29</sup>

現在까지 우리나라에서는 各種 動物由來 病原性 大腸菌에 관한 研究는 많이 이루어지고 있으나 野生鳥類에 대한 報告는 전혀 없는 實情이므로 이 實驗에서는 비둘기 由來 大腸菌에 대하여 O血清型, colicin 및 hemolysin 產生能, 藥劑感受性과 耐性傳達樣相, 血球凝集能의 檢查와 agarose gel 電氣泳動에 의한 plasmid의 分離를 實施하였다.

### 材料 및 方法

**供試材料:** 1988年 5月에서 10月사이 大邱地方 公園에서 飼育되고 있는 비둘기의 新鮮한 糞便 166例를 滅菌綿棒으로 採取하였다.

**菌分離:** 採取한 糞便을 MacConlcey Agar 평판배지에 대해 Ewing<sup>30</sup>의 方法에 따라 生化學的 檢查를 實施하여 大腸菌을 分離, 同定하였으며 同定된 大腸菌 166株는 nutrient semisolid agar에 천자배양후 4°C에 보관하면서 實驗에 供試하였다.

**O血清型 同定:** 全 菌株에 대해 Ewing<sup>30</sup>의 方法에 따라 slide 및 tube 凝集反應을 實施하였으며, 家畜衛生 研究所에서 分讓받은 20種의 標準血清型을 Table 1과 같이 多價 O抗血清群으로 만들어 一次의 screening 後 個個의 O血清型을 同定하였다.

**colicin 및 hemolysin 產生檢查:** colicin 產生檢查는 *E coli* ML1410(F<sup>-</sup>, met, nal<sup>r</sup>)을 指示菌으로 하여 重層培養法<sup>31</sup>으로 實施하였고 hemolysin 產生檢查는 5% 山羊 血液이 含有된 한천배지를 사용하여 檢查하였다.<sup>32</sup>

**抗生物質 耐性檢查:** Steers et al<sup>33</sup>의 한천평판 회석법으로 實施하였으며, 배지는 tryptic soy agar를 使用하였다. 약제회석은 MacLowry et al<sup>34</sup>의 方法에 準했으며 사용약제는 SIGMA製로 Ampicillin(Am), Chloramphenicol(Cm), Gentamicin(Gm), Kanamycin(Km), Nalidixic acid(Na), Rifampicin(Rf), Stre-

ptomycin(Sm), Sulfadimethoxine(Su) 및 Tetracycline(Tc) 등 9種을 사용하였다. Am, Cm, Gm, Km, Na, Rf, Tc에 대하여는 MIC가 25μg/ml, Sm은 12.5 μg/ml, Su는 800μg/ml 이상일때 耐性菌으로 判定하였다.

**耐性傳達試驗:** Ishiguro et al<sup>35</sup>의 方法에 따라 供與菌은 1藥劑 이상에 耐性인 菌株를 被傳達菌은 *E coli* ML1410을 사용하였다. 供與菌과 被傳達菌을 각각 tryptic soy broth에 接種하여 37°C에서 18~24시간 培養후 0.2ml씩 取하여 2ml tryptic soy broth에 混合한 다음 이 混合液을 37°C에 24시간 培養하여 藥劑耐性傳達與否를 檢查하였다. 確認培地로는 Na(25μg/ml)와 Am, Cm, Gm, Km, Rf, Tc가 各各 25μg/ml, Sm이 12.5μg/ml, Su 800μg/ml가 含有된 選擇培地에 塗抹하여 37°C에서 24시간 동안 培養한 後, 菌의 發育有無로 判定하였다. 이때 供與菌과 被傳達菌은 選擇培地에 發育하지 않았음을 확인하였다.

**血球凝集反應:** 1種이상 耐性菌에 대해 Jones와 Rutter<sup>36</sup>의 方法에 準하여 供試菌을 minca medium에 接種하여 37°C에서 24시간 배양후 다시 minca medium 평판배지에 37°C에서 24시간 배양하여, 평판당 3ml의 脫균 생리식염수를 주입하여 분리한 菌액을 현구응집 반응용 항원으로 사용하였으며 豚양, 닭, 거위, 염소, Guinea pig의 血球는 Alserver 용액과 동량을 채혈하고 각각의 혈구는 PBC(pH 7.2)를 가하여 1,500rpm으로 10분간 3회 遠心洗滌한 다음 3% 血球液을 만들어 사용하였다. 이때 D-mannose에 의한 血球凝集反應 抑制有無를 알아보기 위하여 D-mannose의 최종농도가 0.5%가 되게 첨가한 3% 血球液을 사용하였다. 凝集反應은 4°C에서 凝集用 유리판에 각 血球 회석액과 凝集用 抗原을 同量(50μl) 혼합하여 3분이내에 凝集하는 것을 양성으로 判定하였으며, D-mannose에 의해 凝集抑制되는 것을 MS, 抑制되지 않는 것은 MR로 判定하였다.

**Plasmid DNA 分離:** 藥劑耐性菌의 plasmid DNA 保有狀態를 調査하기 위하여 Maniatis et al<sup>37</sup>의 alkaline lysis 方法으로 plasmid를 分離하였다. 供試菌을 5ml LB broth에 37°C 8시간 振溫培養한 다음, chloramphenicol 170μg/ml씩을 加하여 5~8시간 振溫培養하고 1,500rpm으로 遠心分離하여 菌體를 沈澱시켰다. 그 후 sol I (50mM glucose, 10mM EDTA, 25mM Tris-cl) 100ml, sol II (1N NaOH, 10% sodium dodecyl sulfate) 200ml, sol III (5M Potassium acetate 60ml, glacial acetic acid 11.5ml, H<sub>2</sub>O 28.5ml) 150μl를 차례로 加하고 遠心分離하여 상층액과 동량의 phenol/chloroform으로 3회 現탁, 원심분리하였다. 상층액의

Table 1. Composition of pooled antisera

Desination of pooled antisera	O groups included
A	4, 8, 20, 149, 157
B	64, 78, 88, 101, 115
C	9, 114, 119, 139, 147
D	1, 15, 45, 141, 148

2배량의 ethanol을 加하고  $-20^{\circ}\text{C}$ 에서 하룻밤 定置한 다음, 電氣泳動의 材料로 사용하였다.

**Agarose gel 電氣泳動:** agarose를 TBE용액(0.089 M Tris-borate, 0.089M boric acid, 0.008M EDTA)으로 0.7%되게 만든 gel에 plasmid DNA와 loading buffer(0.05% bromphenol blue, 8% sucrose) 혼합액을 각 well에 넣은 다음, 100V에서 3시간 정도 展開시켰다. 展開후 ethidium bromide(0.5 $\mu\text{g}/\text{ml}$ )로 30分 염색하여 紫外線 照射下에서 plasmid DNA를 확인하고 polaroid type 667 film으로 사진촬영 하였으며 分子量 測定을 위한 marker로서 *E coli* 517을 사용하였다.

### 結 果

大邱의 公園에서 飼育되고 있는 비둘기 分번 166例에서 分離한 大腸菌 166株에 대하여 O血清型을 調査한 結果는 Table 2와 같다. 供試菌 166株 中 多價 O抗血清群에 凝集한 28株(16.8%)의 O血清型은 O20이 12株(42.9%)였으며, O15 5株(17.9%) O139 4株(14.3%), O101 3株(10.7%), O149와 O8이 각각 2株(7.1%)의 順으로 同定되었다. 供試菌 166株에 대하여 colicin 및 hemolysin 產生能을 調査한 結果 hemolysin을 產生한 菌株는 없었으며 colicin을 產生한 菌株는 3株로서 1.8% 이었다.

供試菌 166株의 大腸菌에 대한 Am, Cm, Gm, Km, Na, Rf, Sm, Su, Tc의 9種 抗生物質에 대해 藥劑別 耐性菌의 出現頻度와 耐性傳達頻度は Table 3과 같다. Sm 耐性菌이 33株로서 가장 많았으며 Tc에 31株(18.7%), Km에 11株(6.6%), Su에 7株(4.2%), Am에 4株(2.4%)였으며 Cm, Gm, Na, Rf에는 全 菌株가 感受性을 나타내었다.

藥劑別 耐性傳達 頻度は Sm耐性菌이 33株 中 16株(48.5%), Su 耐性菌이 7株 中 4株(57.1%), Tc耐性菌이 31株 中 12株(38.7%), Am耐性菌이 4株 中 2株

**Table 2.** O serogroups of 28 *Escherichia coli* strains isolated from pigeons

O groups	No. of strains	%
20	12	42.9
15	5	17.9
139	4	14.3
101	3	10.7
149	2	7.1
8	2	7.1
Total	28	100.0

**Table 3.** Frequency of drug resistance and transferability of individual drug resistance in 166 *Escherichia coli* strains isolated from pigeons

Drugs	No. of resistance strains(%)	No. of strains transferred resistance(%)
Streptomycin(Sm)	33(19.9)	16(48.5)
Tetracycline(Tc)	31(18.9)	12(38.7)
Kanamycin(Km)	11( 6.6)	2(18.2)
Sulfadimethoxine(Su)	7( 4.2)	4(57.1)
Ampicillin(Am)	4( 2.4)	2(50.0)
Chloramphenicol(Cm)	—	—
Gentamicin(Gm)	—	—
Nalidixic acid(Na)	—	—
Rifampicin(Rf)	—	—

(50%), Km 耐性菌이 11株 中 2株(18.2%)가 被傳達菌에 傳達되었다.

藥劑耐性 大腸菌의 耐性類型과 耐性傳達性을 調査한 結果는 Table 4와 같다. 供試菌 166株 中 44株(26.5%)가 供試藥劑 1種 이상에 耐性을 나타내었으며 이들 耐性菌 中 單劑耐性菌은 19株이었고, 25株(56.8%)가 多劑耐性菌이었다. 多劑耐性菌 中 2劑耐性菌이 14株(56%), 3劑耐性菌이 6株(24.0%), 4劑耐性菌이 4株(16.2%), 5劑耐性菌이 1株(4.2%)이었다.

藥劑耐性菌의 耐性樣相은 모두 12類型이었으며, Sm Tc 耐性菌이 12株로 가장 많았고 Sm 耐性이 9株(20.5%), Tc耐性이 7株(15.9%), Km, Sm, Su, Tc 耐性菌이 3株(6.8%), Km, Sm, Tc 耐性菌이 4株(9.1%)로 이들 類型이 79.5%(35株)를 차지하였다. 또한 耐性菌 44株에 대해 *E coli* ML1410을 被傳達菌으로 하여 耐性傳達性을 調査한 結果 21株(47.7%)가 耐性의 一部 또는 全部를 傳達함으로써 R plasmid를 가지고 있음이 證明되었다.

藥劑耐性 大腸菌에 대해 pilus의 형태를 알아보기 위하여 닭, 거위, Guinea pig, 면양, 염소의 적혈구와 응집성을 검사하였던 바 그 結果는 Table 5와 같다. 44株의 耐性菌 中 6株(13.6%)가 닭과 guineapig, 면양, 염소의 적혈구와 凝集하였으며 이중 2株가 거위적혈구와 反應하였다. 면양과 염소의 적혈구에는 凝集하지 않았으며, 凝集성이 認定된 6株의 凝集型은 MS反應을 나타내었다.

供試 大腸菌 166株 中 藥劑耐性菌 18株에 대하여 plasmid를 분리한 다음 plasmid의 數와 分子量을 調査한 結果는 Fig 1과 같다. plasmid band의 數는 2~4개

**Table 4.** Drug resistance patterns and transferable drug resistance for *Escherichia coli* strains isolated from pigeons

No. of resistant drugs	Resistance patterns	No. of strains	No. of strains with transferable resistance	Resistance patterns transferred
5.	Am Km Sm Su Tc	1	1	Am Km Sm Su Tc
4.	Am Km Sm Tc	1	1	Am Sm Tc
	Km Sm Su Tc	3	1	Km Sm Su Tc
3.	Km Sm Tc	4	1	Sm Tc
			3	Sm Tc
	Sm Su Tc	2	1	Sm
2.	Km Sm	1	0	—
			12	1
	Sm Tc	12	2	Sm
			2	Tc
1.	Su Tc	1	1	Tc Su
	Am	2	0	—
	Km	1	0	—
	Sm	9	3	Sm
	Tc	7	2	Tc
Total	12	44	21	14

**Table 5.** Haemagglutination of *Escherichia coli* strains to animal erythrocytes

No. of strains tested	Property* of haemagglutination	No. of strains haemagglutinated erythrocytes of				
		Chicken	Goat	Guinea pig	Goose	Sheep
44	MR	0	0	0	0	0
	MS	6	0	6	2	0
	—	38	44	38	42	44

\* MS: mannose-sensitive haemagglutination  
 MR: mannose-resistant haemagglutination  
 —: no haemagglutination

있으며 이들의 분자량은 1.0~10Md으로 나타났다.

### 考 察

大腸菌은 自然界 및 사람과 動物의 腸内に 많이 分布하는 細菌으로 약 170여종의 O血清型이 있으나 사람과 動物에 病原性이 認定되고 있는 O血清型은 수십 종에 불과하다. 仔猪에서 病原性 大腸菌의 O血清型은 O8, O9, O10, O45, O64, O101, O138, O139, O141, O147, O149, O157이며, 仔牛에서는 O8, O9, O20, O101이 대부분을 차지한다고 알려져 있다.<sup>2,46</sup>

家禽에서는 O1, O2, O8, O45, O71, O73, O78, O111, O128, O149 등이 많으며<sup>17-22</sup> 이중 O1, O2, O78의 3 血清型이 가장 많이 分離된다고 한다.<sup>23</sup> 또한 Murray<sup>38-40</sup>는 사람과 동물에서 분리된 대장균의 O血清型的 年次의 推移에 대해 報告함에 있어 1982년에 O2(13%), O149(9%), O1(8%), O128(5%), 1983년에 O2(14.6%), O111(10.5%), 1984년에 O78(17.3%), O45(4.3%), 그리고 1985년에서 1986년 사이에 O78(19.6%), O45(11.1%), O24(7.9%), O111(4.2%), O10(2.9%), O1(2.6%), O8(2.6%) 등으로 報告하였

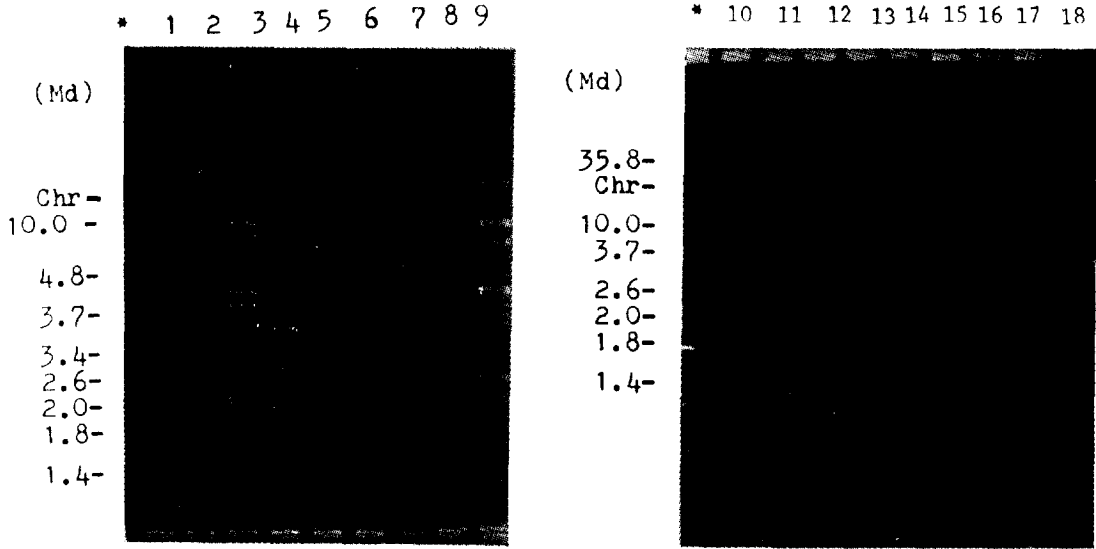


Fig 1. Plasmid profile of 18 *E coli* stains by agarose gel electrophoresis

\* : marker, *E coli* V517 strain

Md : Megadalton

Chr : chromosome

다. 이 實驗에서의 O血清型은 O20이 12株로서 가장 높았으며, O15(17.9%), O139(14.3%), O101(10.7%), O149(7.1%), O8(7.1%)로 家畜에서 分離한 先人들의 報告<sup>22-27</sup>와는 차이를 나타내었다. 특히 分離率이 높은 O78은 認定되지 않았으며 仔牛에서 많이 分離되는 O20이 많이 分離되었다. 본 實驗에서는 불과 20種의 抗血清으로만 鑒別하였으므로 앞으로 더 많은 血清型에 대한 調査가 이루어져야 할 것으로 思料된다.

國內外를 막론하고 名種 細菌性 疾病의 豫防 및 治療를 위한 여러 항균제의 濫用 및 誤用으로 耐性菌의 出現頻度가 急増되고 있으며<sup>24,25</sup> 특히 諸 外國에서는 抗茵劑에 直接 露出되지 않은 野生鳥類에서도 多劑耐性菌과 R plasmid가 分離되고 있어 公衆保健學의 큰 問題가 되고 있다.<sup>28,29</sup>

抗茵劑에 대한 各種 動物 由來 大腸菌의 耐性率은 病鷄 由來에서 98%<sup>41</sup>, 豚 由來에서 97.8%<sup>43</sup>, 牛 由來에서 71.8%<sup>46</sup>로 높은 경향이나 野生鳥類 由來에서 18.7%<sup>23</sup>, 野生비둘기 由來에서 18.2%<sup>28</sup>로 낮은 경향이다. 이 實驗에서는 耐性菌의 出現率이 26.5%로 外國에서의 野生鳥類 由來의 것 보다는 높은 편이나 우리나라 家畜 由來의 것 보다는 상당히 낮은 경향을 보이고 있었다.

藥劑耐性菌의 耐性樣相은 1劑耐性菌에서 5劑耐性菌으로 다양하였으며 이중 56.8%가 多劑耐性菌이었고 Sm Tc耐性型(27.3%) 및 Sm耐性型(20.5%)이 많았다.

野生비둘기에서 Sato et al<sup>20</sup>은 耐性菌 中 40.3%가 Cm 耐性型이었다고 報告하였으나 본 實驗에서는 Cm耐性型이 인정되지 않았다.

大腸菌의 傳達性 R plasmid 保有狀況은 비교적 抗茵劑에 노출이 적은 도계육 由來에서 10.8%<sup>45</sup>, 野生鳥類 由來에서 14.7%<sup>29</sup> 野生비둘기 由來에서 48.6%<sup>28</sup> 등으로 알려져 있으며 抗茵藥劑에 많이 노출되고 있는 鷄卵에서 55.4%<sup>44</sup>, 各種 家畜에서 60.6~66.8% 등<sup>42,46</sup>으로 알려져 있다. 이 實驗에서는 47.7%의 높은 경향을 보이고 있는점은 주목하여야 할 것으로 思料된다.

藥劑別 耐性傳達樣相은 Km 18.2%, Am 50%, Su 57.1%, Sm 48.5%, Tc 38.7%로 Sato<sup>28</sup>의 Km 95%, Am 91.7%, Su 80%, Sm 69.4%, Tc 67.7%의 成績과는 차이를 보였다.

이상 考察에서 抗茵劑에 露出이 많은 家畜 또는 家畜 由來 大腸菌과 比較하여 비둘기 由來 大腸菌의 藥劑別 耐性出現이 단조로운 경향이나, 26.5%의 藥劑耐性出現率과 47.7%의 傳達性 R plasmid 保有率을 나타내고 있어 主目되며 이들 전달성 R plasmid의 source에 관하여 더 많은 研究가 이루어져야 할 것으로 思料된다.

Pilus의 形態를 알아보기 위하여 動物 赤血球의 凝集反應을 實施한 結果, 凝集菌 6株 모두가 D-mannose에 의해 凝集이 抑制되는 MS反應을 나타내어 type I pilus

로 認定되며 type I pilus는 다른 特異 pilus와는 달리 chromosome에 支配되고 있는 것으로 알려져 있어 이들 type I pilus의 特性에 관해서는 더 많은 分析이 必要할 것으로 생각된다.

大腸菌 由來 plasmid는 藥劑耐性, colicin產生, H<sub>2</sub>S產生, 腸毒素產生, pili抗原 및 溶血性 등을 지배하고 있으며<sup>47</sup>, 病原성과 관련이 있는 plasmid는 21~80Md 이상인 것으로 알려져 있다.<sup>48</sup>

이 實驗에서는 plasmid의 數는 2~4개이었고, 分子量은 1.0~10Md으로 비교적 적은 分子量의 plasmid를 가지고 있었다. 이들 plasmid가 어떤 特性和 關連된 plasmid인지는 앞으로 追求해 볼 課題라 思料된다.

### 結 論

各種 動物 由來 大腸菌의 生物學的 特性에 관해서는 많은 研究가 이루어지고 있으나 野生鳥類 由來 大腸菌에 관한 報告는 거의 없는 實情이다. 따라서, 비둘기 由來 大腸菌을 分離, 同定하여 이들 菌의 O血清型, 藥劑感受性 및 耐性傳達試驗, colicin 및 hemolysin 產生 檢査, 血球凝集能, R plasmid를 分離分析하였던바 다음과 같은 結果를 얻었다.

供試大腸菌 166株 中 同定된 28株의 O血清型은 O20(42.9%), O15(17.9%), O139(14.3%), O101(10.7%), O149(7.1%), O8(7.1%) 등이었으며 colicin 產生株는 3株(1.8%)이었다.

Ampicillin(Am), Chloramphenicol(Cm), Gentamicin(Gm), Kanamycin(Km), Nalidixic acid(Na), Rifampicin(Rf), Streptomycin(Sm), Sulfadimethoxine(Su), Tetracycline(Tc)에 대한 耐性樣相은 耐性菌의 出現率이 26.5%(44株)이었고, Sm과 Tc 耐性菌이 많았으며 耐性傳達率은 47.7%로 비교적 높았다. 藥劑耐性菌 44株 中 6株에서 type I pilus가 認定되었다.

藥劑耐性菌 18株의 plasmid 保有狀況은 分子量이 1.0~10Md이었으며 band의 수는 2~4개였다.

### 參 考 文 獻

1. Sojka WJ. Enteric disease in new-born piglet, calves and lambs due to *Escherichia coli* infection. *Vet Bull* 1971;41:509~522.
2. Wilson MR. Diseases of swine. 6th ed. Iowa state university press, 1986.
3. Gross WB. The role of *Escherichia coli* in the cause of chronic respiratory disease and certain other respiratory disease. *Am J Vet Res* 1958; 19:448~452.

4. Gross WB. A synovitis caused by a strain of *Escherichia coli*. *Avian Dis* 1961;5:218~220.
5. Hofstad MS. Disease of Poultry. Iowa state university press, 1984.
6. WHO scientific working group. *Escherichia coli* diarrhea. *Bull WHO* 1980;58:23~36.
7. Levine MM. *Escherichia coli* that cause diarrhea: enterotoxigenic, enteropathogenic, enteroinvasive, enterohemorrhagic and enteroadherent. *J Infect Dis* 1987;32:119~127.
8. Moon HW, Isaason RE, Pohlenz J Mechanism of association of enteropathogenic *Escherichia coli* with intestinal epithelium. *Am J Clinical Nutrition* 1979;32:119~127.
9. Moon HW. Mechanism in the Pathogenesis of diarrhea. *JAVMA* 1978;172:443~448.
10. Dho M, Lafont JP. Adhesive properties and iron uptake ability in *Escherichia coli* lethal and nonlethal for chicks. *Avian Dis* 1984;28:1016~1025.
11. Neveh MW, Zusman T, Skutelsky et al. Adherence pili in avian strains of *Escherichia coli* effect on pathogenicity. *Avian Dis* 1984;28:651~661.
12. 金基錫, 南宮琬, 朴楊植 等. 鷄 由來 病原性 細菌의 藥劑耐性. *農試報告* 1980;28:651~661.
13. Blumentstock E, Jann K. Adhesion piliated *Escherichia coli* strain to phagocytes: Difference between bacteria with mannose-sensitive pili and those with mannose resistance pili. *Infect Immun* 1982;35:264~269.
14. Burrows MR, Sellowood R, Gibbons RA et al. Haemagglutinating and adhesive properties associated with the K99 of bovine strains of *Escherichia coli*. *J Gen Microbiol* 1976;96:269~275.
15. Ottow JG. Ecology, Physiology and genetics of fimbriae and pili. *Annu Rev Microbiol* 1975;29: 79~108.
16. Hagberg L, Jodal U, Korhonen TK et al. Adhesion, haemagglutination and virulence of *Escherichia coli* causing urinary tract Infection. *Infect Immun* 1981;31:564~570.
17. Orskov I, Orskov F. Serology, chemistry and genetics of O and K antigens of *Escherichia coli*. *Bact Rev* 1977;41:667~710.

18. Barbour EK, Nabbut NH, Alnakhli HM et al. Use of epidemiologic markers to identify the source of *Escherichia coli* infection in Poultry. *Am J Vet Res* 1985;46:989~991.
19. Cloud SS, Rogenberger JK, Fries PA et al. In vitro and in vivo characterization of avian *Escherichia coli* 1. Serotypes, metabolic activity, and antibiotic sensitivity. *Avian Dis* 1985;29:1084~1093.
20. Glantz PJ, Narotsky S, Bubach G et al. *Escherichia coli* serotypes isolated from salpingitis and chronic respiratory diseases of poultry. *Avian Dis* 1962;6:322~328.
21. Heller ED, Dsabkin N. Some characteristics of Pathogenic *Escherichia coli* strains. *Br Vet J* 1977;173:572~578.
22. Takahashi K, Miura S. O groups and antibiotic susceptibility of *Escherichia coli* isolated from diseased chickens. *Jap J Vet Res* 1968;16:65~72.
23. Suwanichkul A, Panigraphy B. Biological and immunological characterization of pili of *Escherichia coli* serotypes O1, O2, and O78 pathogenic to poultry. *Avian Dis* 1986;30:781~787.
24. Coate SR, Hoopes KH. Sensitivities of *Escherichia coli* isolated from bovine and porcine enteric infections to antimicrobial antibiotics. *Am J Vet Res* 1980;41:1882~1883.
25. Kim BH, Kim DS, Lee CK et al. The in vitro drug resistance of *Escherichia coli* isolated from scouring piglets during 1977 and 1978. *ORD RES Report* 1979;21:51~61.
26. Mitsuhashi S, Hashimoto H, Suzuki K et al. Drug resistance of enteric bacteria XIII. Distribution of R factor in *Escherichia coli* strains isolated from livestock. *J Bacteriol* 1967;94:1166~1169.
27. Smith HW. Transfer of antibiotic resistance from animal and human strains of *Escherichia coli* in alimentary tract of man. *Lancet* 1969;1174~1176.
28. Sato G, Oka C, Asagi M et al. Detection of conjugative R plasmids conferring chloramphenicol resistance in *Escherichia coli* isolated from domestic and feral pigeons and crows. *Zbl Bakt Hyg* 1978;241:407~417.
29. Nakamura M, Yosqimura H, Koeda T. Drug resistance and plasmids of *Escherichia coli* strains isolated from six species of wild birds. *Jpn J Vet Sci* 1983;44:465~471.
30. Ewing WH. Edwards and Ewing's identification of Enterobacteriaceae. 4th ed. Elsevier 1986.
31. Harnett NM, Gyles CL. Resistance to drugs and heavy methals, colicin production and biochemical characteristics of selected bovine and porcine *Escherichia coli* strains. *Appl Environ Microbiol* 1984;48:930~935.
32. Trudel L, Arriaga-alba M, Lavoie MC et al. Survey of drug and phage resistance and colicin and hemolysin production among coliforms isolated in the Ivory Coast. *Appl Environ Microbiol* 1984;48:905~907.
33. Steers E, Foltz EL, Graves BS et al. An inocula replicating apparatus for routine testing of bacterial susceptibility to antibiotics. *Chemother* 1959;9:307~311.
34. Maclowry JD, Jaqua MJ, Selepak ST et al. Detailed methodology and implementation of a semiautomated serial dilution microtechnique for antimicrobial susceptibility testing. *Appl Microbiol* 1970;20:46~53.
35. Ishiguro N, Goto J, Sato G et al. Genetical relationship between R plasmid derived from *Salmonella* and *Escherichia coli* obtained from a pig farm and its epidemiological significance. *J Hyg Cam* 1980;84:365~379.
36. Jones GW, Rutter JM. The association of K88 antigen with haemagglutinating activity in porcine strains of *Escherichia coli*. *J Gen Microbiol* 1974;84:135~144.
37. Maniatis T, Fritsch EF, Sanbrook J et al. Molecular cloning: A laboratory manual. 1982, Cold Spring Harbour, N.Y.
38. Murray CJ. Isolates of *Salmonella* and *Escherichia coli* serotyped at the *Salmonella* reference laboratory in 1982 and 1983 from veterinary and human sources. *Aust Vet J* 1984;61:273~274.
39. Murray CJ. Isolates of *Salmonella* and *Escherichia coli* serotyped at the salmonella reference laboratory in 1984 from veterinary and human

- source. *Aust Vet J* 1986;63:192~193.
40. Murray CJ. Salmonella and *Escherichia coli* from veterinary and human sources in Austria during 1985 and 1986. *Aust Vet J* 1987;64:256~257.
  41. 金基錫, 卓鍊斌. 鷄 由來 病原性 大腸菌에 關한 研究. 韓國獸醫公衆保健學會志 1984;8:1~9.
  42. 卓鍊斌, 金永洪, 朴清圭. 家畜 腸內細菌의 抗生物質에 對한 感受性 및 傳達性 耐性因子에 關한 研究. 韓國獸醫公衆保健學會志 1979;3:23~27.
  43. 김현수, 탁연빈. 하리자돈으로부터 분리한 대장균에 관하여. 韓國獸醫公衆保健學會志 1985;9:19~28.
  44. Lakhotia RL, Stephens JF. Drug resistance and R factors among enterobacteria isolated from eggs. *Poult Sci* 1973;52:1955~1962.
  45. Kim TK, Stephens JF. Drug resistance and transferable drug resistance of *Escherichia coli* isolated from "Ready-to-Cook" broilers. *Poult Sci* 1972;51:1165~1170.
  46. 李彊緣, 崔源弼. 牛 由來 腸毒素產生 大腸菌에 對하여. 大韓獸醫學會志 1988;26~77.
  47. Gyles C, Falkow S. The enterotoxin plasmids of *Escherichia coli*. *J Infect Dis* 1974;130:40~49.
  48. 蔡太喆, 崔源弼. 牛 由來 citrate利用 大腸菌의 腸毒素產生能 및 plasmid DNA. 大韓獸醫學會志 1988;28:59~65.