

국내 야생 조류에서의 뉴캐슬병 바이러스 항체분포율 조사

최강석^{1,†} · 전우진² · 계수정¹ · 윤순식² · 정우석² · 김지예¹ · 권준헌¹

¹농림수산검역검사본부 조류질병과, ²농림수산검역검사본부 역학조사과

Seroprevalance of Newcastle Disease Virus in Wild Birds in Korea

Kang-Seuk Choi^{1,†}, Woo-Jin Jeon², Soo-Jeong Kye¹, Soon-Seek Yoon², Wooseog Jeong², Ji-Ye Kim¹ and Jun-Hun Kwon¹

¹Avian Disease Division, Animal, Plant and Fisheries Quarantine and Inspection Agency, Anyang 430-757, Korea

²Veterinary Epidemiology Division, Animal, Plant and Fisheries Quarantine and Inspection Agency, Anyang 430-757, Korea

ABSTRACT Newcastle disease virus (NDV) infects a variety of birds with a wide range of clinical signs from asymptomatic to severe. During a 10-month period in 2011, a total of 1,024 sera from wild birds including 42 species of birds in 8 orders were collected and the seroprevalence of NDV in wild birds was evaluated by hemagglutination inhibition (HI) test. Evidence of NDV infection was observed in 12.6% (129/1,024) of wild birds with a maximum prevalence reported in Mandarin duck (27.8%, 32/115) followed by Mallard duck (20.8%, 57/274), Spot-billed duck (11.9%, 36/303), Pintail (2.9%, 1/34), Black-tailed gull (2.9%, 1/34), White-fronted goose (1.8%, 1/56) and Common teal (1.4%, 1/69). None of the other 35 species of wild birds were antibody-positive for NDV. Mandarin duck, Mallard duck and Spot-billed duck showed high seroprevalance of 12.2% to 42% during winter season (November to March). Our results indicate that Mandarin duck, Mallard duck and Spot-billed duck might be natural reservoirs for NDV in Korea and the prevalence of NDV infection in wild birds displayed a seasonal pattern with high prevalence of NDV in winter season (November to March).

(Key words : Newcastle disease virus, wild bird, antibody, seroprevalance)

서 론

Newcastle disease virus(NDV)는 바이러스 계통분류상 Paramyxoviridae family, *Avularvirus* genus로 분류되는 Avian paramyxovirus(APMV) 중 하나이다(Mayo, 2002). APMV는 전 세계 다양한 조류 species에서 분리되고 있으며, 2010년 포크랜드 섬(Falkland islands) 펭귄에서 APMV-10이 보고됨에 따라 총 10개의 혈청형(APMV type 1-10)이 존재하는 것으로 알려져 있다(Miller et al., 2010). NDV는 APMV-1에 속하며, 유전계통 분류상 두 개의 clade(class I 과 II)로 크게 구분하고 있고, 이들 clade들은 각각 최소한 9개 이상의 유전형(genotype)이 존재하는 것으로 보고되고 있다(Kim et al., 2007; Liu et al., 2009).

NDV는 숙주 영역이 광범위하여 조류 50개 목(oder) 중 27개 목의 최소 241개 조류 species가 감염될 수 있는 것으로 알려져 있다(Kaleta and Baldauf, 1988). NDV의 독력은

약독형(lentogenic)에서 강독형(velogenic)까지 바이러스 strain에 따라 다양하다. 또한 강독형 NDV라 하더라도 감염 조류 species마다 병원성이 다양하게 나타난다. 가금 조류의 경우, 닭목(Galliciformes)의 닭, 칠면조, 메추라기, 꿩 등은 ND에 감수성이 높지만, 기러기목(Order Anseriformes)의 오리과 거위는 대부분 임상 증상을 나타내지 않는다. 그러나 최근 중국에서 출현한 NDV 변이주는 오리과 거위에 감수성이 높은 것으로 보고되고 있다(Jinding et al., 2005; Liu et al., 2003). 야생 조류의 경우, 조류 species마다 다양하다. 비둘기(Alexander et al., 1984), 가마우지(Glaser et al., 1999), 빨닭(Haruna et al., 1993), 소쩍새(Choi et al., 2008b) 등 일부 조류 species는 감수성이 높지만, 대부분의 야생 조류 species들은 감염이 되더라도 임상 증상을 나타내지 않는다.

국내 양계의 경우, NDV 백신 의무접종으로 최근 몇 년간 ND 발생 건수가 지속적으로 감소하고 있다(Choi, 2010). 그러나 최근 국가 간 지역 간 이동이 자유로운 야생 조류의 경

[†] To whom correspondence should be addressed : kchoi0608@korea.kr

우, 우리나라와 중국에서 NDV 분리 사례들이 보고(Cai et al., 2011; Choi et al., 2008a; Kim et al., 2011; Lee et al., 2009; Shim et al., 2011; Zhu et al., 2010)되고 있어, 야생 조류로부터 가끔 조류로의 질병 전파 위험성이 상존하고 있는 실정이다. 그럼에도 불구하고, 우리나라에서 서식하는 야생 조류에서의 NDV 역학적 연구는 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구를 통하여 국내 서식하는 야생 조류를 대상으로 NDV 혈청 검사를 실시하여 NDV 감염이 일어나는 야생 조류 species와 감염 시기 등을 조사하여 국내 서식 야생 조류에서의 NDV 역학 상황을 파악하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 야생 조류 채혈

본 연구에 사용한 야생 조류 검사 시료는 농림수산검역검사본부(주소)의 조류 인플루엔자 예찰 사업의 일환인 야생 조류 포획 사업 과정에서 채취한 시료이다. 11월까지 전국적으로 포획한 8개 목 42종의 야생 조류로부터 채혈하였으며, 기러기목의 야생 조류의 경우, 경기, 충남, 전북 지역의 철새 도래지 중심으로, 그 외 조류종은 전남, 경기, 강원 지역을 중심으로 검사시료를 채취하였다. 2011년 2월부터 채취한 야생 조류 혈청 시료는 56℃, 30분간 열처리를 한 후 실험에 사용하였다.

2. 진단 항원 및 표준혈청

야생 조류 혈청 시료는 혈구응집억제반응(Hemagglutination inhibition: HI)법으로 NDV 항체 보유 여부를 조사하였다. NDV 항체 검사를 위하여 NDV LaSota 항원과 표준혈청은 농림수산검역검사본부 세계동물보건기구(OIE) 뉴캐슬병 표준실험실에서 보유하고 있는 것으로 사용하였다. NDV 항체와 교차 반응 여부를 조사하기 위하여 APMV-2, APMV-3, APMV-4, APMV-6, APMV-7, APMV-8, APMV-9 등 다른 APMV serotype에 대한 표준 항원과 표준 혈청은 미국 National Veterinary Service Laboratory(Ames IA, USA)로부터 구입하여 사용하였다.

3. 항체 검사

NDV 항체 검출을 위한 HI법은 β -procedure microtiter method로 실시하였다. 즉, V-bottom 96-well microplate의 전체 well에 PBS 25 μ L씩 분주하고, 첫 번째 wells에 검사 혈청을 25 μ L씩 첨가한 다음 2진 단계 희석을 실시하였다. 그 후 4 HAU(hemagglutination unit)의 NDV 항원을 전체 well

에 각 25 μ L씩 분주하고 실온에서 반응시켰다. 항원-항체 반응을 실시한 후 1% 닭 적혈구 부유액을 25 μ L씩 분주하고 실온에서 40분간 정치시킨 다음 결과를 판독하였다. 항체 역가는 혈구 응집을 완전히 억제되는 혈청의 최대 희석 배수의 역수로 하였다. 그 결과 4배 이상의 HI 역가를 보이는 경우 NDV 항체 양성으로 판정하였다.

결 과

1. 야생 조류에서의 NDV 항체 보유율 조사

2011년 2월부터 2011년 11월까지 포획한 야생 조류 8개 목 42종 1,024수를 대상으로 HI법으로 NDV 항체 보유율 조사를 실시하였다. 채취한 야생 조류 혈청 시료는 기러기목(Order Anseriformes) 7종 854수, 도요목(Order Charadriiformes) 15종 93수, 딱따구리목(Order Piciformes) 3종 12수, 매목(Order Falconiformes) 2종 3수, 비둘기목(Columbiformes) 1종 7수, 빼꾸기목(Order Cuculiformes) 1종 1수, 올빼미목(Order Strigiformes) 2종 10수, 참새목(Order Passeriformes) 11종 44수였다. 이들 야생 조류들을 대상으로 NDV 항체 검사를 실시한 결과, 조사 대상 야생 조류의 12.6%(129/1,024)가 양성 반응을 나타내었다. Table 1에서 보는 바와 같이, 항체 양성을 보인 야생 조류 129수 중 128수는 기러기목 야생 조류였으며, 나머지 1수는 도요목 야생 조류였다. 그러나 나머지 6개 목의 야생 조류에서는 NDV 항체가 검출되지 않았다.

2. 조류종별, 시기별 NDV 항체 보유율 조사

야생 조류 species별 NDV 항체 양성률을 조사한 결과, 항체가 검출된 야생 조류 species는 원앙(Mandarin duck), 청둥오리(Mallard), 흰뺨검둥오리(Spot-billed duck), 고방오리(Pintail), 쇠기러기(White-fronted goose), 쇠오리(Common teal), 팽이갈매기(Black-tailed gull) 등 7종이었다. 이 중 팽이갈매기(도요목)를 제외한 나머지 조류 species는 모두 기러기목의 야생 조류였다. 기러기목 야생 조류의 경우, 원앙(27.8%, 32/115), 청둥오리(20.8%, 57/274), 흰뺨검둥오리(11.9%, 36/303)는 10% 이상의 높은 항체 양성률을 보인 반면, 고방오리(2.9%, 1/34), 쇠기러기(1.8%, 1/56), 쇠오리(1.4%, 1/69)에서는 3% 미만의 낮은 항체 보유율을 보였다.

도요목의 경우, 팽이갈매기 1종(2.9%, 1/34)을 제외한 나머지 14개 species에서는 항체가 검출되지 않았다. 또한 딱따구리목 12수, 매목 3수, 비둘기목 7수, 빼꾸기목 1수, 올빼미목 10수, 참새목 11수 등 나머지 5개목 77수의 야생 조류에서는 NDV 항체가 검출되지 않았다.

Table 1. Prevalence of antibodies to Newcastle disease virus (NDV) in wild bird species from Korea by hemagglutination inhibition (HI) test

| Species | No. positive/no. tested ^a | | | | | | | | | |
|---|--------------------------------------|--------|--------|------|-----|------|-----|------|------|--------|
| | Total | Feb | Mar | May | Jun | July | Aug | Sep | Oct | Nov |
| Order Anseriformes | 128/854 | 38/235 | 25/216 | | | | | | 3/96 | 62/307 |
| Pintail (<i>Anas acuta</i>) | 1/34 | 1/33 | 0/1 | | | | | | | |
| White-fronted goose (<i>Anser albifrons</i>) | 1/56 | | 1/3 | | | | | | 0/49 | 0/4 |
| Common teal (<i>Anas crecca</i>) | 1/69 | 1/36 | 0/29 | | | | | | | 0/4 |
| Mandarin duck (<i>Aix galericulata</i>) | 32/115 | 8/19 | | | | | | | | 24/96 |
| Mallard (<i>Anas platyrhynchos</i>) | 57/274 | 19/90 | 11/77 | | | | | | 1/3 | 26/104 |
| European wigeon (<i>Anas penelope</i>) | 0/3 | 0/2 | | | | | | | | 0/1 |
| Spot-billed duck (<i>Anas poecilorhyncha</i>) | 36/303 | 9/55 | 13/106 | | | | | | 2/44 | 12/98 |
| Order Charadriiformes | 1/93 | | | 1/10 | 0/9 | 0/24 | | 0/50 | | |
| Black-tailed gull (<i>Larus crassirostris</i>) | 1/34 | | | 1/10 | | 0/24 | | | | |
| Terek sandpiper (<i>Tringa cinereus</i>) | 0/9 | | | | 0/3 | | | 0/6 | | |
| Curlew (<i>Numenius arquata</i>) | 0/3 | | | | | | | 0/3 | | |
| Dunlin (<i>Calidris alpina</i>) | 0/5 | | | | | | | 0/5 | | |
| Great knot (<i>Calidris tenuirostris</i>) | 0/21 | | | | | | | 0/21 | | |
| Broad-billed sandpiper (<i>Limicola falcinellus</i>) | 0/5 | | | | 0/1 | | | 0/4 | | |
| Far eastern curlew (<i>Numenius madagascariensis</i>) | 0/1 | | | | | | | 0/1 | | |
| Rufous-necked stint (<i>Calidris ruficollis</i>) | 0/1 | | | | | | | 0/1 | | |
| Whimbrel (<i>Numenius phaeopus</i>) | 0/3 | | | | | | | 0/3 | | |
| Common greenshank (<i>Tringa nebularia</i>) | 0/1 | | | | | | | 0/1 | | |
| Black-tailed godwit (<i>Limosa limosa</i>) | 0/2 | | | | | | | 0/2 | | |
| Sharp-tailed sandpiper (<i>Calidris acuminata</i>) | 0/1 | | | | 0/1 | | | | | |
| Grey-tailed tattler (<i>Tringa brevipes</i>) | 0/1 | | | | 0/1 | | | | | |
| Lesser sand plover (<i>Charadrius mongolus</i>) | 0/5 | | | | 0/2 | | | 0/3 | | |
| Kentish plover (<i>Charadrius alexandrinus</i>) | 0/1 | | | | 0/1 | | | - | | |
| Order Piciformes | 0/12 | | | 0/3 | 0/1 | 0/6 | 0/2 | | | |
| Great spotted woodpecker (<i>Dendrocopos major</i>) | 0/6 | | | 0/3 | | 0/2 | 0/1 | | | |
| Grey-faced woodpecker (<i>Picus canus</i>) | 0/4 | | | | 0/1 | 0/2 | 0/1 | | | |
| White-backed woodpecker (<i>Dendrocopos leucotos</i>) | 0/2 | | | | | 0/2 | | | | |
| Order Falconiformes | 0/3 | | | | 0/2 | | 0/1 | | | |
| Chinese sparrow hawk (<i>Accipiter soloensis</i>) | 0/2 | | | | 0/2 | | - | | | |
| Goshawk (<i>Accipiter gentilis</i>) | 0/1 | | | | | | 0/1 | | | |
| Order Columbiformes | 0/7 | | | 0/3 | 0/3 | 0/1 | | | | |
| Rufous turtle Dove (<i>Streptopelia orientalis</i>) | 0/7 | | | 0/3 | 0/3 | 0/1 | | | | |
| Order Cuculiformes | 0/1 | | | | 0/1 | | | | | |
| Oriental cuckoo (<i>Cuculus saturates</i>) | 0/1 | | | | 0/1 | | | | | |

Table 1. Continued

| Species | No. positive/no. tested ^a | | | | | | | | | |
|--|--------------------------------------|-----|-----|-----|------|------|------|-----|-----|-----|
| | Total | Feb | Mar | May | Jun | July | Aug | Sep | Oct | Nov |
| Order Strigiformes | 0/10 | | | 0/1 | 0/4 | 0/4 | | 0/1 | | |
| Scops owl (<i>Otus scops stictonotus</i>) | 0/7 | | | 0/1 | 0/2 | 0/3 | | 0/1 | | |
| Brown hawk owl (<i>Ninox scutulata</i>) | 0/3 | | | - | 0/2 | 0/1 | | | | |
| Order Passeriformes | 0/44 | | | 0/7 | 0/10 | 0/16 | 0/11 | | | |
| Black-billed magpie (<i>Pica pica</i>) | 0/4 | | | 0/1 | 0/3 | | | | | |
| Black-naped oriole (<i>Oriolus chinensis</i>) | 0/1 | | | | | 0/1 | | | | |
| Azure-billed magpie (<i>Cyanopica cyana</i>) | 0/5 | | | | | 0/5 | | | | |
| Jay (<i>Garrulus glandarius</i>) | 0/5 | | | | 0/2 | 0/3 | | | | |
| Yellow-throated bunting (<i>Emberiza elegans</i>) | 0/2 | | | 0/2 | | | | | | |
| Great tit (<i>Parus major</i>) | 0/2 | | | | | | 0/2 | | | |
| Parrotbill (<i>Paradoxornis webbiana</i>) | 0/1 | | | 0/1 | | | | | | |
| Barn swallow (<i>Hirundo rustica</i>) | 0/1 | | | | | | 0/1 | | | |
| Grey-backed Thrush (<i>Turdus hortulorum</i>) | 0/3 | | | 0/1 | | 0/1 | 0/1 | | | |
| Brown-eared bulbul (<i>Hypsipetes amaurotis</i>) | 0/18 | | | 0/2 | 0/3 | 0/6 | 0/7 | | | |
| Oriental Great Reed Warbler (<i>Acrocephalus arundinaceus</i>) | 0/2 | | | | 0/2 | | | | | |

^aSerum with HI titer (log₂) of 2 or greater was considered positive.

NDV 항체 보유율이 높은 원앙, 청둥오리, 흰뺨검둥오리 등 3종의 야생 조류 692수를 대상으로 채혈시기별 항체 보유율을 조사하였다. 그 결과, 원앙의 경우 11월 25%(24/96), 2월 42%(8/19)의 항체 양성률을, 청둥오리의 경우 10월 33%(1/3), 11월 25%(26/104), 2월 21.1%(19/90), 3월 14.3%(11/77)의 항체 양성률을, 흰뺨검둥오리의 경우 10월 4.5%(2/44), 11월 12.2%(12/98), 2월 16.4%(9/55), 3월 12.3%(13/106)의 양성률을 보였다(Table 1).

3. NDV 항체 양성 시료에서의 교차 반응 여부 조사

NDV 항체 양성 반응을 보인 야생 조류의 개체 혈청이 다른 APMV 혈청형 항원에 대하여 교차 반응을 보이는 지 여부를 조사하였다. NDV 항체 양성 반응을 보인 개체 129수 중 원앙 8수, 청둥오리 6수, 흰뺨검둥오리 7수 등 20수의 혈청을 임의로 선정하여 HI법으로 조사하였다(Table 2). 그 결과, 원앙 8수 중 5수, 청둥오리 6수 중 5수, 흰뺨검둥오리 7수 중 3수 등 총 13수에서 다른 APMV 혈청형 항원과 양성 반응을 나타내었다. 그러나 동일 혈청 시료에 대하여 APMV 혈청형별 항체 역가를 비교했을 때, 원앙 혈청 1점과 청둥오

리 혈청 1점의 경우, NDV 항원과 APMV-9 항원으로 측정된 항체 역가가 같았지만, 나머지 야생 조류 혈청 18점에서는 다른 APMV 혈청형 항원으로 측정된 항체 역가가 NDV 항원으로 측정된 항체 역가보다 낮았다. 조사 대상 야생 조류 20수를 대상으로 APMV 혈청형별 교차 반응 여부를 분석했을 때, APMV-4에 대하여 1수, APMV-6에 대하여 7수, APMV-7에 대하여 1수, APMV-8에 대하여 4수, APMV-9에 대하여 8수가 교차 반응을 나타내었다. 다른 APMV 혈청형 항원과 교차 반응을 보인 야생 조류 13수 중 청둥오리 4수, 흰뺨검둥오리 1수 등 5수는 2개 이상의 다른 APMV 혈청형 항원과 교차 반응을 나타내었다.

고찰

본 연구를 통하여 국내에 서식하고 있는 야생 조류들을 대상으로 NDV 감염 실태를 조사하였다. 야생 조류 특히 수생조류는 대규모 군집 생활과 국경을 초월한 자유로운 이동과 함께 자연계에서의 NDV의 자연 숙주로 간주(Kim et al., 2007; Kim et al., 2011; Jindal et al., 2009; Stanislawek et

al., 2002; Takakuwa et al., 1998; Zanetti et al., 2005)되고 있기 때문에 지역 간 NDV의 확산을 매개하는 중요한 요인으로 작용할 수 있다. 이들 야생 조류에서 분리되는 NDV는 대부분 약독형 NDV이지만, 강독형 NDV도 분리되는 사례 (Choi et al., 2008a; Majiyabe & Nawathe, 1981; Takakuwa et al., 1998; Wobeser et al., 1993; Zhu et al., 2010)가 있다. 중요한 점은 야생 텃새류에 의해 강독형 NDV가 주변 가금 농장에 유입되어 ND 발생을 초래할 수도 있다는 것이다 (Alexander et al., 1985; Pearson et al., 1975). 뿐만 아니라 야생 조류가 보유하고 있는 NDV가 비병원성 바이러스라

하더라도 가금에서 계대 후 병원성을 획득하여 질병을 일으킬 수 있다 (Alexander et al., 1992; Gould et al., 2001; Sheng-qing et al., 2002). 그러한 점을 감안해 볼 때 본 연구는 국내 처음으로 야생 조류에서의 NDV 감염 실태를 실시하여 분석했다는 점에서 그 의의가 크다고 하겠다.

본 연구에 조사한 결과, NDV 항체 양성 개체의 99.2%는 기러기목의 야생 조류였다. 특히 원앙, 청둥오리, 흰뺨검둥오리는 최소 10% 이상의 높은 항체 양성률을 나타내었다. 이 결과는 국내에 서식하는 야생 조류들 중 NDV의 주된 자연 숙주가 기러기목 야생 조류 특히 원앙, 청둥오리, 흰뺨검

Table 2. Cross-reactivity of NDV positive serum samples to other avian paramyxovirus serotypes

| Sample tested | HI titer (log ₂) | | | | | | | |
|------------------|------------------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | APMV-1 | APMV-2 | APMV-3 | APMV-4 | APMV-6 | APMV-7 | APMV-8 | APMV-9 |
| Mandarin duck | | | | | | | | |
| 855 | 6 | — ^a | — | — | — | — | — | 3 |
| 865 | 3 | — | — | — | 3 | — | — | — |
| 867 | 3 | — | — | — | 2 | — | — | — |
| 874 | 3 | — | — | — | — | — | — | — |
| 891 | 4 | — | — | — | — | — | — | 3 |
| 896 | 4 | — | — | — | — | — | — | — |
| 909 | 5 | — | — | — | — | — | 2 | — |
| 924 | 5 | — | — | — | — | — | — | — |
| Mallard | | | | | | | | |
| 777 | 4 | — | — | — | 2 | — | — | 4 |
| 820 | 4 | — | — | — | 3 | 3 | — | — |
| 829 | 4 | — | — | — | — | — | 3 | 2 |
| 1044 | 4 | — | — | — | — | — | — | 3 |
| 1065 | 6 | — | — | — | — | — | — | — |
| 1081 | 4 | — | — | — | 2 | — | 2 | 2 |
| Spot-billed duck | | | | | | | | |
| 765 | 4 | — | — | — | — | — | — | — |
| 791 | 7 | — | — | 4 | 3 | — | 2 | 2 |
| 800 | 3 | — | — | — | — | — | — | — |
| 959 | 3 | — | — | — | — | — | — | — |
| 763 | 4 | — | — | — | — | — | — | — |
| 1014 | 5 | — | — | — | — | — | — | 2 |
| 1033 | 3 | — | — | — | 2 | — | — | — |

^a-, HI titer (log₂)<2

동오리임을 말해 준다. 이들 야생 조류종의 혈청의 경우, 시기별, 장소별 검사 대상 조류종 시료가 제각각이어서 특정 장소에서 특정 조류종 감염률 추이를 파악하기는 불가능하였다. 다만 이들 야생 조류종의 시료가 좁은 반경 내(경기, 충남, 전북 지역의 서해안 철새도래지)에서 채취된 것이기 때문에 이들 조류종에서의 감염률 경향을 분석하는데 무리가 없다고 판단된다. 원양, 청둥오리, 흰뺨검둥오리에서의 NDV 항체 양성률 추이를 분석했을 때, 10월에 일부 개체(청둥오리 1수와 흰뺨검둥오리 2수)에서 항체 양성 개체가 나타난 이후 11월 이후부터 3월까지 12.2~42.9%까지 NDV 항체 양성률을 보였다. 특히 원양의 경우 3월까지 지속적으로 항체 양성률이 높아졌다. 이러한 항체 보유율 추이를 감안해 보면, 이들 수생 야생 조류 종에서의 NDV 감염은 주로 10월과 11월 사이에 집중적으로 이루어진 다음 무리들 사이에서 순환 감염이 지속적으로 진행되는 것으로 판단된다. NDV 감염이 급증하는 10월과 11월은 청둥오리 등 겨울 철새들이 북방 지역으로부터 국내로 유입하는 시기와도 겹친다. 이러한 결과로 볼 때 청둥오리 등 겨울 철새 무리 중 일부가 국내로 유입하는 시점에 NDV를 보유하고 있다가 철새 도래지 등에서 집단 군락 생활을 형성하면서 순환 감염이 활발하게 이루어지는 것으로 추정해 볼 수 있다.

또한 기러기목 야생 조류뿐만 아니라 다른 목의 많은 야생 조류에서도 NDV가 분리되고 있다(Kaletka and Baldauf, 1988; Kim et al., 2007; Kinde et al., 2005; Wobeser et al., 1993). 본 연구에서는 기러기목 조류를 제외하고는 도요목의 꿩이갈매기 1수에서만 NDV 항체가 검출되었다. 본 연구에서 항체 음성인 조류 species는 야생 조류 포획의 어려움으로 검사 두수가 모두 10수 이하로 매우 적어 이들 야생 조류 species에서의 NDV 감염이 이루어지지 않는다고 판단하기는 어렵다. 향후 이들 야생 조류의 혈청 시료가 추가로 확보되는 대로 NDV 항체 검사를 확대할 예정이다.

APMV는 최소한 10개의 혈청형이 존재하는 것으로 보고되고 있다. 본 연구에서 사용한 HI법으로 조사했을 때, 이들 혈청형들 간에 어느 정도 교차 반응이 존재하며, APMV-1에 속하는 NDV도 다른 혈청형 중 일부와 교차 반응이 나타날 수 있다(Alexander and Chettle, 1978; Kessler et al., 1979; Lipkind et al., 1982; Nerome et al., 1978.). 그러므로 본 연구에서 야생 조류 혈청 시료에서 보인 NDV 항체 양성 반응 결과가 다른 APMV 혈청형 감염에 의한 항체에 의한 교차 반응일 가능성을 배제할 수 없었다. 따라서 본 연구에서 나타난 야생 조류 혈청의 NDV 양성 반응 결과가 다른 APMV 혈청형 항원과 항체의 교차 반응에 의한 결과일 가능성을

조사하였다. 조사한 20수의 혈청 중 2점(원양 1, 청둥오리 1)만이 APMV-9 혈청형과 같은 역가를 보였을 뿐, 나머지 혈청의 경우 NDV 항체 역가가 다른 APMV 혈청형 항원으로 측정된 NDV 항체 역가보다 낮았다. 이러한 결과를 볼 때, 본 연구에서 NDV 양성 혈청 대부분은 APMV 혈청형과 교차 반응이 일부 나타나기는 하지만, NDV 감염에 의해 형성된 항체인 것으로 판단된다.

본 연구에서는 국내 서식 야생 조류 종들의 NDV 감염 분포 조사를 위하여 혈청학적 측면에서 조사하였으나, 이들 수생 야생 조류 종들이 보유하고 있는 NDV의 생물학적 다양성에 대한 연구는 이루어지지 않았다. 향후 이들 야생 조류 species로부터 바이러스 분리 검사를 실시하여 야생 조류들 사이에서 순환하고 있는 NDV가 국내 또는 주변국가 양계 농장에서 존재하는 NDV와 어떤 역학적 관련성을 가지고 있는지를 조사할 예정이다.

야생 조류들은 NDV 이외에도 다른 APMV 혈청형에 대해서도 자연 숙주로 간주되고 있다(Coffee et al., 2010; Miller et al., 2010). 본 연구에서 다른 APMV 혈청형 감염률 분포를 조사할 만큼 충분한 양의 혈청 시료를 확보하지 못했기 때문에, 이들 야생 조류 종에서의 다른 APMV 혈청형 감염 분포율을 파악하지 못한 점은 아쉬움으로 남는다. 향후 야생 조류 특히 기러기목의 수생 조류에 대하여 충분한 양의 혈청을 확보하여 다른 APMV 혈청형에 대한 감염 분포율을 조사할 예정이다.

적 요

본 연구는 국내에 서식하고 있는 야생 조류에서의 뉴캐슬 병바이러스(NDV) 감염 분포율을 조사하였다. 본 연구를 위하여 2011년 2월에서 11월에 걸쳐 포획한 8개 목 42종의 야생 조류 1,024수를 대상으로 NDV에 대한 혈청 검사를 혈구 응집 억제 반응법으로 실시하였다. 그 결과, 조사 대상 야생 조류 중 12.6%(129/1,024)에서 NDV 항체가 검출되었다. NDV 항체가 검출된 야생 조류는 기러기목의 6종(원양, 청둥오리, 흰뺨검둥오리, 고방오리, 쇠기러기, 쇠오리)과 도요 목의 꿩이갈매기였다. 이 중 원양(27.8%, 32/115), 청둥오리(20.8%, 57/274), 흰뺨검둥오리(11.9%, 36/303)는 10% 이상 높은 항체 양성률을 나타내었으며, 고방오리(2.9%, 1/34), 꿩이갈매기(2.9%, 1/34), 쇠기러기(1.8%, 1/56), 쇠오리(1.4%, 1/69)는 3% 미만의 낮은 NDV 항체 양성률을 나타내었다. 그러나 나머지 6개목 35종의 야생 조류에서는 NDV 항체가 검출되지 않았다. 항체 양성률이 높은 원양, 청둥오리, 흰뺨검둥오리를

대상으로 시기별 조사한 결과, 원앙의 경우 11월 25%(24/96), 2월 42%(8/19)의 항체 양성률을, 청둥오리의 경우 10월 33%(1/3), 11월 25%(26/104), 2월 21.1%(19/90), 3월 14.3%(11/77)의 항체 양성률을, 흰뺨검둥오리의 경우 10월 4.5%(2/44), 11월 12.2%(12/98), 2월 16.4%(9/55), 3월 12.3%(13/106)의 양성률을 보였다. 본 연구 결과는 국내에서 서식하는 원앙, 청둥오리, 흰뺨검둥오리 등 야생 오리류가 NDV의 주된 자연 숙주이며, NDV 감염은 10월과 11월 사이에 감염이 급증하기 시작하여 동절기 동안 순환 감염이 일어나는 계절적 특성을 보이는 있음을 나타낸다.

(색인어: 뉴캐슬병바이러스, 야생 조류, 항체분포율)

사 사

이 논문은 농림수산검역검사본부 수의과학기술개발 연구사업의 지원에 의하여 이루어졌습니다.

인용문헌

- Alexander DJ, Campbell G, Manvell RJ, Collins MS, Parsons G, McNulty MS 1992 Characterisation of an antigenically unusual virus responsible for two outbreaks of Newcastle disease in the Republic of Ireland in 1990. *Vet Rec* 130: 65-68.
- Alexander DJ, Chettle NJ 1978 Relationship of parakeet/Netherlands/449/75 virus to other avian paramyxoviruses. *Res Vet Sci* 25:105-106.
- Alexander DJ, Russell PH, Collins MS 1984 Paramyxovirus type 1 infections of racing pigeons: 1 characterisation of isolated viruses. *Vet Rec* 114:444-446.
- Alexander DJ, Wilson GW, Russell PH, Lister SA, Parsons G 1985 Newcastle disease outbreaks in fowl in Great Britain during 1984. *Vet Rec* 117:429-434.
- Cai S, Li J, Wong MT, Jiao P, Fan H, Liu D, Liao M, Jiang J, Shi M, Lam TT, Ren T, Leung FC 2011 Genetic characterization and evolutionary analysis of 4 Newcastle disease virus isolate full genomes from waterbirds in South China during 2003~2007. *Vet Microbiol* 152:46-54.
- Choi KS 2010 Characteristics of recent epidemic strains of newcastle disease virus in Korea. *Korean J Poult Sci* 37: 89-99.
- Choi KS, Lee EK, Jeon WJ, Kwon JH, Yang CB 2008a Characteristics of a NDV isolated from apparently healthy wild spot-billed ducks (*Anas poecilorhyncha*). *Korean J Vet Res* 48:153-159.
- Choi KS, Lee EK, Jeon WJ, Nah JJ, Kim YJ, Lee MY, Lee H, Kwon JH 2008b Isolation of a recent Korean epizootic strain of Newcastle disease virus from Eurasian Scops Owls affected with severe diarrhea. *J Wildl Dis* 44:193-198.
- Coffee LL, Hanson BA, Luttrell MP, Swayne DE, Senne DA, Goekjian VH, Niles LJ, Stallknecht DE 2010 Avian paramyxoviruses in shorebirds and gulls. *J Wildl Dis* 46: 481-487.
- Glaser LC, Barker IK, Weseloh DV, Ludwig J, Windingstad RM, Key DW, Bollinger TK 1999 The 1992 Epizootic of Newcastle disease in double-crested cormorants in North America. *J Wildl Dis* 35:319-330.
- Gould AR, Kattenbelt JA, Selleck P, Hansson E, Della-Porta A, Westbury HA 2001 Virulent Newcastle disease in Australia: molecular epidemiological analysis of viruses isolated prior to and during the outbreaks of 1998~2000. *Virus Res* 77:51-60.
- Haruna ES, Shamaki D, Echeonwu GO, Majiyagbe KA, Shuaibu Y, Du DR 1993 A natural outbreak of Newcastle disease in guinea-fowl(*Numida meleagris galeata*) in Nigeria. *Rev Sci Tech* 12:887-893.
- Jindal N, Chander Y, Chockalingam AK, de Abin M, Redig PT, Goyal SM 2009 Phylogenetic analysis of Newcastle disease viruses isolated from waterfowl in the upper mid-west region of the United States. *Virology* 6:191.
- Jinding C, Ming L, Tao R, Chaoan X 2005 A goose-sourced paramyxovirus isolated from southern China. *Avian Dis* 49:170-173.
- Kaleta EF, Baldauf C 1988 Newcastle disease diagnosis. pp 197-246. In: Newcastle Disease. Kluwer Academic Publishers, Boston, MA.
- Kessler N, Aymard M, Calvet A 1979 Study of a new strain of paramyxoviruses isolated from wild ducks: Antigenic and biological properties. *J Gen Virol* 43:273-282.
- Kim BY, Lee DH, Kim MS, Jang JH, Lee YN, Park JK, Yuk SS, Lee JB, Park SY, Choi IS, Song CS 2011 Exchange of Newcastle disease viruses in Korea: The relatedness of isolates between wild birds, live bird markets, poultry farms

- and neighboring countries. *Infect Genet Evol* In press.
- Kim LM, King DJ, Curry PE, Suarez DL, Swayne DE, Stallknecht DE, Slemons RD, Pedersen JC, Senne DA, Winker K, Afonso CL 2007 Phylogenetic diversity among low-virulence Newcastle disease viruses from waterfowl and shorebirds and comparison of genotype distributions to those of poultry-origin isolates. *J Virol* 81:12641-12653.
- Kinde H, Hullinger PJ, Charlton B, McFarland M, Hietala SK, Velez V, Case JT, Garber L, Wainwright SH, Mikolton AB, Breitmeyer RE, Ardans AA 2005 The isolation of exotic Newcastle disease (END) virus from nonpoultry avian species associated with the epidemic of END in chickens in southern California: 2002~2003. *Avian Dis* 49:195-198.
- Lee EK, Jeon WJ, Kwon JH, Yang CB, Choi KS 2009 Molecular epidemiological investigation of Newcastle disease virus from domestic ducks in Korea. *Vet Microbiol* 134: 241-248.
- Lipkind M, Weisman Y, Shihmanter E, Shoham D 1982 Isolation of yucaipa-like avian paramyxovirus from a wild mallard duck (*Anas platyrhynchos*) wintering in Israel. *Vet Rec* 110:15-16.
- Liu X, Wang X, Wu S, Hu S, Peng Y, Xue F, Liu X 2009 Surveillance for avirulent Newcastle disease viruses in domestic ducks (*Anas platyrhynchos* and *Cairina moschata*) at live bird markets in Eastern China and characterization of the viruses isolated. *Avian Pathol* 38:377-391.
- Liu XF, Wan HQ, Ni XX, Wu YT, Liu WB 2003 Pathotypical and genotypical characterization of strains of Newcastle disease virus isolated from outbreaks in chicken and goose flocks in some regions of China during 1985-2001. *Arch Virol* 148:1387-1403.
- Majiyagbe KA, Nawathe DR 1981 Isolation of virulent Newcastle disease virus from apparently normal ducks in Nigeria. *Vet Rec* 108:190.
- Mayo MA 2002 A summary of taxonomic changes recently approved by ICTV. *Arch Virol* 147:1655-1663.
- Miller PJ, Afonso CL, Spackman E, Scott MA, Pedersen JC, Senne DA, Brown JD, Fuller CM, Uhart MM, Karesh WB, Brown IH, Alexander DJ, Swayne DE 2010 Evidence for a new avian paramyxovirus serotype 10 detected in Rockhopper Penguins from the Falkland Islands. *J Virol* 84: 11496-11504.
- Nerome K, Nakayama M, Ishida M, Fukumi H 1978 Isolation of a new avian paramyxovirus from budgerigar (*Melopsittacus undulatus*). *J Gen Virol* 38:293-301.
- Pearson GL, McCann MK 1975 The role of indigenous wild, semidomestic, and exotic birds in the epizootiology of velogenic viscerotropic Newcastle disease in southern California, 1972-1973. *J Am Vet Med Assoc* 167:610-614.
- Shengqing Y, Kishida N, Ito H, Kida H, Otsuki K, Kawaoka Y, Ito T 2002 Generation of velogenic Newcastle disease viruses from a nonpathogenic waterfowl isolate by passing in chickens. *Virol* 301:206-211.
- Shim JB, So HH, Won HK, Mo IP 2011 Characterization of avian paramyxovirus type 1 from migratory wild birds in chickens. *Avian Pathol* 40:565-572.
- Stanislawek WL, Wilks CR, Meers J, Horner GW, Alexander DJ, Manvell RJ, Kattenbelt JA, Gould AR 2002 Avian paramyxoviruses and influenza viruses isolated from mallard ducks (*Anas platyrhynchos*) in New Zealand. *Arch Virol* 147:1287-1302.
- Takakuwa H, Ito T, Takada A, Okazaki K, Kisa H 1998 Potentially virulent Newcastle disease viruses are maintained in migratory waterfowl populations. *Jpn J Vet Res* 45: 207-215.
- Wobeser G, Leighton FA, Norman R, Myers DJ, Onderka D, Pybus MJ, Neufeld JL, Fox GA, Alexander DJ 1993 Newcastle disease in wild water birds in western Canada, 1990. *Can Vet J* 34:353-359.
- Zanetti F, Berinstein A, Pereda A, Taboga O, Carrillo E 2005 Molecular characterization and phylogenetic analysis of Newcastle disease virus isolates from healthy wild birds. *Avian Dis* 49:546-550.
- Zhu W, Dong J, Xie Z, Liu Q, Khan MI 2010 Phylogenetic and pathogenic analysis of Newcastle disease virus isolated from house sparrow (*Passer domesticus*) living around poultry farm in southern China. *Virus Genes* 40:231-235. (접수: 2012. 2. 24, 수정: 2012. 5. 24, 채택: 2012. 6. 1)