

제 1 차 년 도
중 간 보 고 서

野生鳥類 집단번식지 森林군락 파괴에 따른
山林생태계 復元에 관한 研究

Studies on ecological restoration of destructed forest
in breeding areas of wild birds population

공주대학교 생물학과

농 립 수 산 부



제 출 문

농림수산부 장관 귀하

본 보고서를 “野生鳥類 集團繁殖地 森林군락 파괴에 따른 山林생태계 復元에 관한 研究” 과제의 중간 보고서로 제출합니다.

1995. 12. .

주 관 연 구 기 관 명 : 공 주 대 학 교

총 괄 연 구 책 임 자 : 조 삼 래

연 구 원 : 문 형 태

연 구 원 : 한 영 채

연 구 원 : 심 우 식

요 약 문

I. 제 목

野生鳥類 집단번식지 森林군락 파괴에 따른 산림생태계 復元에 관한 研究

II. 연구개발의 목적 및 중요성

우리나라는 백로·왜가리류의 집단 번식지를 천연기념물 -충북 진천의 백로·왜가리 집단번식지(천연기념물 제13호), 경기도 여주군 신접면의 백로·왜가리 집단번식지(천연기념물 제 209호), 강원도 횡성군 압곡리의 백로·왜가리 집단번식지(천연기념물 제248호), 강원도 양양군 포매리의 백로·왜가리 집단번식지(천연기념물 제 229호), 전남 무안군 용월리의 백로·왜가리 집단번식지(천연기념물 제 211호)- 로 지정하여 보호하고 있다. 그러나 이 곳 뿐만아니라 야생조류 집단번식지내의 산림은 이들의 배설물로 황폐화되고 있다. 따라서 야생조류 집단번식지내에서 개체군의 특성과 배설물로 인한 번식지내의 토양의 부영양화 그리고 실생을 통한 재생불능의 원인을 규명하고 또한 심하게 고사한 영소목에 인공소대를 설치하는 방법으로 기존의 번식지에서 다른 삼림지역으로 이동하지 않도록 하는 방안 즉 인공생태계의 조성을 통하여 조류번식지를 유인하여 삼림내의 영소목과 조류 번식지를 보호하여 파괴되는 산림의 자연복원을 위한 기술을 개발함과 동시에 생물의 종다양성을 높이며 지속적인 산림자원을 이용하는 방안을 연구함을 개발 목표로 한다.

III. 연구개발 내용 및 범위

1차 년도에는 야생조류 집단번식지 중 천연기념물로 지정된 곳과 대조 및 예비 실험을 위하여 천연기념물 대상이 아닌 곳을 선정하여 다음과 같은 내용을 연구했다.

- (1) 서식지 삼림군락 조사
- (2) 번식지내 토양의 이화학적성분 조사
- (3) 번식지의 토양에 강한 수종의 종자발아 및 성장 실험
- (4) 주 번식 조류인 백로·왜가리 번식실태 조사(천연기념물지정 장소)
- (5) 번식지내 영소목 이용을 위한 텃새구역 및 행동 조사,
- (6) 백로·왜가리류 번식에 대한 방해 요인 및 환경 수용력조사
- (7) 고사한 영소목에 인공 소대 설치를 위한 번식지 유도를 위한 예비실험(공주군 이인면).

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

1 차년도에 강원도 양양과 횡성, 경기도 여주, 충북의 진천, 충남의 감성에 위치한 집단서식지의 토양특성을 인근 비서식지의 토양과 비교한 결과 매우 현저한 차이가 있음이 밝혀졌다. 또한 임상의 초본식물 종에서도 큰 차이가 있었는데, 집단서식지의 임상에는 부영양화의 지표종이 침입하여 왕성한 성장을 하고 있었다. 교목이 고사함에 따라 일부 지역의 임상에는 광량이 증가하여 초본층의 생장이 왕성한 것으로 판단된다. 지소에 따라 차이가 있지만 배설물에 의한 토양의 이화학적 성질의 변화, 초본식물의 왕성한 성장으로 인한 미소 서식처의 변화 등으로 교목의 종자발아 및 실생의 형성이 일어나지 않는 것으로 판단된다.

배설물에 의해 고사한 영소목에 인공소대의 설치는 직접 천연기념물로 지정된 번식지내에 설치하지 않고 영소목의 고사 상태가 비슷한 다른 곳 (공주군 이인면에 있는 독립 은행 노거수인 왜가리번식지)에 설치하였다. 본 인공소대의 설치는 왜가리 및 백로의 생태적인 특성상 겨울에 설치하여 번식기에 있는 조류들에게 방해 요인으로 작용하지 않도록 하여야 한다고 생각한다. 만약 예비실험 없이 현장에 직접 적용시는 오히려 기존의 번식집단에 피해를 줄 수도 있다. 따라서 2차년도 3월 이후에 결과를 분석하여 현장 (천연기념물지정장소)에 적용해야 한다.

또한 실생의 발아실험도 1차년도에는 수종 선정과 종자 채취를 하였고 2차년도의 실험결과를 분석해야 한다.

본 조사기간에 확인된 내용 중 일부 (경남통영 : 천연기념물 제 231호)는 번식지가 사라졌고 오히려 다른 야생조류 번식지가 학술적, 교육적, 종다양성 측면에서 중요성을 갖고 있는 곳도 있다.

따라서 이후 야생조류 집단 번식지에 대한 천연기념물 지정 여부와 보호에 대한 계획수립을 재고해야 할 것으로 생각한다.

SUMMARY

I. Title

Studies on ecological restoration of destructed forest in breeding areas of wild birds population

II. Object and Importance of research

There are many breeding sites of egrets and herons population in Korea. Some of them were designated as Natural Monuments in Korea.

The breeding sites of egrets and herons populations all Jinchon-kun, Chungbuk Province (Nat. Mon. NO. 13), Sinjup-Ri, Yoeju-Kun, Kyonggi Prov. (Nat. Mon. NO. 209), Apgok-Ri, Hoengsung-Kun, Kangwon Prov. (Nat. Mon. NO. 248), Pome-Ri, Yangyang-Kun, Kangwon Prov. (Nat. Mon. NO. 229) and Youngwon-Ri, Muan-Kun, Chonnam Prov. (Nat. Mon. NO. 211).

We have selected control experimental area, Kamsung-Ri, Yoenki-Kun, Chungnam Prov. and Lee-in Myon, Kongju Kun Chungnam Prov. where breed egrets, herons and grey herons etc..

First year, we have investigated the ecological conditions of forest which breed egrets, herons and grey herons etc., and restoration method of ecological condition for seedling recruitment.

Artificial nests for wild birds were attached on the breeding trees at Lee-in myon Kongju Chungnam Province.

III. Contents and range of investigation

- (1) Environmental conditions of the breeding sites of herons wild birds habitat
- (2) Physico-chemical properties of soil in breeding sites.
- (3) Selection of seeds and trees which resistance to feces of birds
- (4) Foods and numbers of birds at breeding site
- (5) Territoriality and behavior of birds
- (6) Carrying capacity and disturbance in breeding site
- (7) Pilot experiment of artificial nests for wild birds at Lee-in, Kongju.

IV. Recommendation of results and useage

We have investigated basic data about survey area for aim of secondary year experiment. Artificial nest must be constructed in winter and non-designated Natural Monuments area. And then, we have to apply to wild birds breeding area which were designated to Natural Monuments.

CONTENTS

Chapter 1. Introduction	12
Chapter 2. Object and Range of Investigation	14
Section 1. Object of first year investigation	16
Section 2. Table of progress to plane	18
Section 3. Explanation of progress	18
Chapter 3. Summary of Survey Area Studying	
Areas	21
Section 1. Survey of environmental area	
Conditions of breeding sites	21
Section 2. Community Structure of breeding sites	24
1. Community structure of redpine tree forest of	
original breeding sites, Yangyang	26
(1) Structure of New breeding sites	27
(2) Structure of control experimental area	29
2. Structure of forest, Hoengsung	30
3. Structure of forest, Yoeju	33
4. Structure of forest, Jinchon	33
5. Structure of forest, Kamsung	38
Section 3. Physico-chemical Properties of soil	39
1. Properties of soil	40
Section 4. Germinal experiment of seeds	44
Section 5. Disturbance factors in breeding area	
and forest	45

Section 6. Counting of birds	46
1. Breeding Span	46
2. Breeding area of birds, Jinchon	47
3. Breeding area of birds, Yoeju	48
4. Breeding area of birds, Hoengsung	50
5. Breeding area of birds, Yangyang	51
6. Breeding area of birds. Yoengwol-Ri	53
Section 7. Foods	53
Section 8. Territory and Behavior	56
Section 9. Carring Capacity	58
1. Breeding heavier(Kamseong)	59
Section 10. Developmental method of artificial nest site	62
Chapter 4. Result in feature	63
Section 1. The Technical direction	63
Section 2. The Economical direction	63
Section 3. On effect of Influence	63
Chapter 5. Useful method of Result	65
Section 1. The Technical direction	65
Section 2. The Economical direction	66
Section 3. The Social direction	66
Section 4. The Academical direction	67
Section 5. The Education direction	67
Section 6. The Fundamental studies direction	67
Chapter 5. Reference	69

목 차

제 1 장 서 론	12
제 2 장 연구 개발의 목적과 범위	14
제 1절 당해년도 연구개발사업 목표	16
제 2절 계획대비 진도표	18
제 3절 진도 설명 및 조사 방법	18
제 3 장 조사지역의 개요	21
제 1절 서식지 환경조사	21
1. 충북 진천 백로·왜가리 번식지(천연기념물 제 13호)	21
2. 경기도 여주군 신접면 백로·왜가리 번식지 (천연기념물 제 209호)	21
3. 강원도 횡성군 압곡리 백로·왜가리 번식지 (천연기념물 제 248호)	22
4. 강원도 양양의 백로·왜가리 번식지(천연기념물 제 229호)	22
5. 경남 통영의 백로·왜가리 번식지(천연기념물 제 231호)	23
6. 전남 무안의 백로·왜가리 번식지(천연기념물 제 211호)	23
제 2절 서식처 삼림군락의 구조	24
1. 양양 포매리 원 서식처의 소나무군락 구조	26
(1) 새로 이주한 소나무군락의 구조	27
(2) 대조구 소나무군락의 구조	29
2. 횡성 압곡리 백로서식지의 군락구조	30

3. 여주 백로 서식지의 식생구조	33
4. 진천 백로·왜가리 서식지의 식생구조	33
5. 충남 감성 백로·왜가리 서식지의 군락구조	38
제 3절 서식처 토양의 이화학적 특성	39
1. 토양의 특성	40
제 4절 종자 발아	44
제 5절 식생 및 번식지 방해요인 조사	45
제 6절 조류개체수 조사	46
1. 번식기간	46
2. 충북 진천의 왜가리 번식지	47
3. 여주 신점리의 백로·왜가리 번식지	48
4. 황성압곡리의 백로·왜가리 번식지	50
5. 양양 포매리의 백로·왜가리 집단 번식지	51
6. 전남 무안군 용원리의 백로·왜가리 번식지	53
제 7절 식이물조사	53
제 8절 텃새구역에 따른 행동 조사	56
제 9절 환경수용력 조사	58
1. 영소습성(충남 감성)	59
제 10절 인공생태계조성을 위한 복원법 개발	62
제 4 장 기대되는 성과	63
제 1절 기술적인 측면	63
제 2절 경제적 측면	63
제 3절 파급효과	63

제 5 장 연구개발성과에 대한 활용(실용화)방안	65
제 1절 기술적 측면	65
제 2절 경제적 측면	66
제 3절 사회적 측면	66
제 4절 학술적인 측면	67
제 5절 교육적 측면	67
제 6절 기초연구 측면	67
제 5 장 참고문헌	69

제 1 장 서 론

현 국제사회는 하나의 커다란 공동 시장경제 시대로 전개되고 있으며 이러한 산업사회 및 국가 경쟁 사회로의 전환과정에서 필연적으로 수반되는 것은 지구 환경의 파괴이다.

인류가 농경생활을 하기 이전에는 약 62억ha의 산림이 존재하였으나 현재는 육지면적의 30%에 불과한 40억ha로 줄어들었다(이, 1994). 또한 개발도상국은 경제개발을 위해 매년 약 1700만ha의 열대림을 파괴시키고 있으며 만약 이러한 추세로 간다면 21세기 초에는 뉴기니아, 자이레, 브라질의 아마존 서부 등 소수 지역만을 제외하고는 지구상의 열대림이 거의 다 사라질 운명에 처해 있다(이, 1994). 따라서 생물다양성의 보고인 삼림훼손을 억제하기 위해 '92년에 "UNCED"에서는 지속가능한 산림경영을 위한 개발, 이행, 산림면적의 확대, 임업 생산력의 유지 및 증진과 인공림의 적극조성 등을 내용으로 한 "山林原則聲明"이 채택되었다. 뿐만 아니라 종다양성협약, 절종위기에 처한 야생동·식물 국제거래에 관한 협약(CITES) 및 습지보호(RAMSA)조약 등 국제적인 환경보존 단체들이 생물다양성과 생물자원 보존을 위해 노력하고 있다. 따라서 우리나라도 이들 협약에 보조를 맞추어야 할 입장이다. 그렇지 않을 경우 여러 면에서 국제적인 경제적 제재가 가해질 전망이다. 앞으로 국내·외적으로 해결해야 할 가장 큰 문제가 바로 산림생태계를 포함한 지구환경에 대한 보존 문제이다.

삼림은 목재 생산을 통해 우리 생활에 필요한 자원을 공급하는 기본적인 역할 이외에도 수자원을 보존하며 토사 유출을 방지하고 대기 중의 이산화탄소나 이산화황을 흡수하여 대기를 정화하는 기능이 있다. 또한

삼림육을 통해 인간의 보건 휴양에도 기여하고 있다. 특히 삼림은 야생 동물의 서식처를 제공한다는 면에서 생태계의 종 다양성을 높이고 우리의 자연 경관을 더욱 아름답게 하는 중요한 기능을 가지고 있다.

산림청과 문화재 관리국에서는 우리 나라에서 야생 조수가 집단으로 서식하는 장소를 천연기념물로 지정하여 보호해 오고 있다(원, 1975). 이 중에서 백로·왜가리 등은 특정 지역의 삼림에 집단 서식지를 형성하는 특징을 가지고 있다. 1945년 이전에는 그들의 서식처가 전국 각 지역에 산재되어 있었으나 배설물로 주변의 영소목들이 고사하였기 때문에 서식지 자체도 많이 줄어들었다. 과거 충청남도 일원에만 해도 35군데의 백로 및 해오라기 번식지가 있었으나(大內準, 1935), 약 50년이 경과한 현재는 겨우 5 곳만 그 명맥을 유지하고 있을 뿐이다. 이렇게 생물자원이 자연 생태계로부터 사라지는 것은 각종 개발에 의한 서식지 파괴나 기타 인간들의 산업 폐기물 등에 의한 원인도 있지만 이들 조류의 자체적인 배설물로 인한 수목의 고사도 큰 영향이 있는 것으로 알려졌다(원, 1975). 이러한 조류의 집단 번식지의 삼림은 대부분 그 지역의 우점수종으로 구성되어 있으며, 보통 소나무, 참나무, 입갈나무 등이 주요 균락을 이루고 있다. 그러나 조류의 집단 서식에 의한 배설물의 축적은 토양의 부영양화를 초래하여 실생에 의한 교목의 보충이 되지 않기 때문에 고사하는 나무의 수가 증가하고 있고, 삼림 전체가 심하게 파괴되어 가게 된다. 따라서 최근에는 삼림토양의 부영양화가 자연 생태계의 보존이나 경관 유지에 가장 중요한 문제의 하나로 대두되고 있다. 삼림의 부영양화는 하층식생이나 낙엽의 분해를 통해 일어날 수 있지만 위에서 설명한 바와 같이 동물 배설물의 축적에 의해 그 속도가 빠르게 진행되며 그 결과 삼림에 대한 피해가 커질 수 있다. 만약 번식지 내의 수목이 고사하게 되면 높은 나뭇 가지에서 동우리를 틀고 번식하는 백로·왜가리 무리들은

등우리를 지을 만한 가지가 없기 때문에 주변의 다른 수목으로 이동해야만 한다. 따라서 그 피해면적은 확대되어 갈 수밖에 없으며 백로·왜가리들의 번식지도 줄어들게 되는 것이다. 따라서 야생 조류의 집단 서식지 보호나 식물의 자연 재생을 통한 그 지역 삼림의 계속 유지를 위해서, 조류 서식으로 인한 삼림 생태계 변화의 파악과 그에 대한 대책의 강구가 시급히 요청되므로 본 사업을 추진하게 되었다.

제 2 장 연구 개발의 목적과 범위

우리나라 산림에 형성된 야생조류 집단번식지는 주로 백로·왜가리류에 의해 이루어 졌다. 이러한 야생조류 집단 번식지는 천연기념물로 지정된 곳은 물론 그렇지 않은 곳도 조류들의 배설물에 의하여 영소목이 고사하였으며 토양은 부영양화 되어 산림을 황폐화시키고 있다. 번식지내의 영소목이 고사하면 이들 조류들은 또 다른 산림식생으로 번식지를 옮겨가기 때문에 산림의 식생파괴는 되풀이 되고 있다. 그러한 결과는 결국 백로·왜가리 집단번식지의 분포지역과 개체수의 감소도 초래되므로 국제적으로 생물의 종다양성 보존을 부르짖고 있는 이 때에 이러한 산림자원과 조류의 번식지를 보존할 필요성이 강조되고 있다.

따라서 우리나라 전역에 분포하는 야생조류집단서식지의 산림식생 실태와 문제점 그리고 대책을 제시하고자 한다.

- 1) 사업개시 첫해에는 천연기념물로 지정된 곳과 충남 연기군 감성리

그리고 공주군 이인면 소재 백로·왜가리 번식지를 선정하여 조사했다.

2) 2년차에는 1차년도에 이어 계속 조사와 중부 이북에 위치하는 충북, 경기도 및 강원도 일원에 분포하는 야생조류 집단번식지를 조사한다.

3) 한편 3차년도에는 1·2차의 계속 적인 조사와 함께 중부 이남지역인 충남, 전라 남북도, 경상 남북도에 분포하는 야생조류의 집단번식 실태를 조사한다.

조사할 항목은 다음과 같다.

- 1) 야생조류 집단번식지내의 환경 및 삼림군락 조사
- 2) 배설물에 의한 토양의 부영양화 실태 조사
- 3) 주 번식 조류인 백로·왜가리류의 번식실태 조사
- 4) 번식지내에서의 행동 및 방해 요인과 환경수용력 조사
- 5) 조류배설물에 강한 수종 선정 및 실생을 통한 재생 불능의 원인을 규명
- 6) 고사한 영소목에 인공구조물을 이용한 소대 설치 기술 개발.

1·2 차 년도 - 예비 실험장소 : 공주 이인

2·3 차 년도 - 현지에 적용실험(충북 진천 또는 경기도 여주)

본 연구계획의 최종 목표는 우리 나라 전역에서 서식하고 있는 백로·왜가리류의 집단번식지의 분포실태를 알아보며 야생조류집단 번식지내에서의 삼림식생과 번식조류와의 상호 관계를 알아본다. 또한 야생조류 집단번식조류의 배설물로 인하여 파괴되는 산림에 대하여 실생을 통한 자연 복원방법과 인공소대 설치에 의한 인공생태계 조성방법 및 그 타당성 등을 제시하여 삼림 보호와 야생 조류 번식지를 보호하여 지속적인 산림 자원을 이용하며 국제적인 환경보호운동에 동참하고자 하는 것이 본 연구의 최종개발사업의 목표이다.

제 1절 당해년도 연구개발사업 목표

우리나라의 백로·왜가리류의 집단 서식지 중 천연기념물로 지정된 곳 - 충북 진천의 백로·왜가리 집단번식지(천연기념물 제13호), 경기도 여주군 신접면의 백로·왜가리 집단번식지(천연기념물 제 209호), 강원도 횡성군 압곡리의 백로·왜가리 집단번식지(천연기념물 제248호), 강원도 양양군 포매리의 백로·왜가리 집단번식지(천연기념물 제 229호), 전남 무안군 용월리의 백로·왜가리 집단번식지(천연기념물 제 211호) -을 비롯하여 대조 실험군으로 충남 연기군 감성의 백로·왜가리 집단번식지와 공주군 이인면 번식지 등을 대상으로 다음과 같은 내용을 당해년도 연구개발사업 목표로 했다.

- (1) 서식지 환경조사 및 삼림군락 구조 조사
- (2) 번식지내 토양의 이화학적 조사
- (3) 번식지의 토양에 강한 수종의 종자발아 및 생장 실험을 위한 수종 선택 및 종자 채취
- (4) 주 번식 조류인 백로·왜가리 개체수 조사 및 식이물 조사 (천연기념물지정 장소)
- (5) 번식지내 영소목 이용을 위한 텃새구역 및 행동 조사,
- (6) 백로·왜가리류 번식에 대한 방해 요인 및 환경 수용력을 위한 자료 수집
- (7) 고사한 영소목에 인공 소대 설치에 의한 번식유도 가능 실험(공주군 이인면)

당해년도(1995) 연구개발사업목표는 천연기념물로 지정된 곳의 백로·왜가리 집단서식지에 대한 조류와 산림식생과의 상호 관련 실태를 알아보

며 번식지에 강한 수종의 실생을 통한 복원가능성을 알아보기 위해 발아 및 생장 실험에 적합한 수종선정 및 종자채취를 하여 2차년도 연구에 대한 자료를 준비한다. 또한 인공소대 설치에 의한 방법으로 기존의 번식지에서 다른 삼림지역으로 이동하지 않도록 하는 방안 즉 인공생태계의 조성을 통하여 조류번식지를 유인함으로써 삼림내의 수목과 조류 번식지를 보호하는 방안을 연구함을 금년도개발 목표로 한다.

제 2절 계획대비 진도표

구 분	연구 개발 기간												비고
	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	
연구개발 내 용													
서 식 지 환경조사		***	***	***	***	***	***	***	***	***			
삼림군락 조 사			***	***	***	***	***	***	***	***	***		
토양 이화 학적 조사			***	***	***	***	***	***	***	***	***		
종자 발·생 장 실험	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	
조류 번식 실태 조사		***	***	***	***	***	***	***	***				
식이물 조 사			***	***	***	***	***	***	***				
번식지내 행동조사		***	***	***	***	***	***	***					
환경수용력 조 사	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	
방해요인 조 사		***	***	***	***	***	***	***	***				
인공소대 설치조사	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	
중간보고					***	***					***	***	

제 3절 진도 설명 및 조사 방법

- (1) 천연기념물로 지정된 백로·왜가리 집단번식지 - 충북 진천의 백로·왜가리 집단번식지(천연기념물 제13호), 경기도 여주군 신접면의 백로·왜가리 집단번식지(천연기념물 제 209호), 강원도 횡성군 압곡리의 백로·왜가리 집단번식지(천연기념물 제248호), 강원도 양양군 포

매리의 백로·왜가리 집단번식지(천연기념물 제 229호), 전남 무안군 용월리의 백로·왜가리 집단번식지(천연기념물 제 211호) 그리고 경남 통영(천연기념물 제 231호) - 와 대조 실험군으로 설정한 충남 연기군 금남면 감성리와 공주군 이인면에 있는 백로·왜가리 번식지를 대상으로 조사했다.

(2) 번식지 토양의 이화학적 조성에 대한 조사는 강원도 양양 포매리, 강원도 횡성 압곡리, 경기도 여주 신접리, 충북의 진천 노원리 그리고 충남의 금남면 감성리의 백로·왜가리의 각 서식처에서 무작위로 10지점의 토양을 채취하여 비닐봉투에 넣어 밀폐하여 실험실에서 토양의 특성을 분석하였다.

(3) 백로·왜가리류 집단 번식지는 이들 조류에 의한 물리적인 피해와 토양성질의 변화로 영소목 역할을 하는 우점수종이 고사하고 종자 발아를 통한 이들 수종의 보충이 안되기 때문에 조류 서식지가 파괴됨은 물론 삼림도 황폐화되고 있다. 지금까지의 토양 조사 결과 서식지 내부의 토양이 크게 부영양화 되었음을 알게 되었고, 식생조사를 통해 실생에 의한 보충이 전혀 이루어지지 않고 있음을 확인할 수 있었다. 따라서 현재 우점수종의 종자를 채취하였으며, 이들의 발아 실험을 통해 최적 발아조건을 밝히고 그 결과를 현장에 적용하여 파괴된 삼림의 복원과 현재의 서식처를 그대로 유지할 수 있는 방법을 모색한다.

발아실험은 백로와 왜가리가 주로 영소목으로 이용하고 있고, 또 각 조사지소의 우점수종으로 판명된 리기다소나무, 소나무, 상수리나무, 잎갈나무 등을 재료로 선택했다.

- (4) 조류번식 실태에 대한 조사는 1차 년도에는 우선 천연기념물로 지정된 곳과 대조실험장소를 선정하여 조사했다. 조사 횟수는 각 지역별로 4회씩 조사했으며 주로 백로, 왜가리류 및 해오라기류만 국한해서 조사했다. 한편 식이물 조사는 육추중인 새끼에게 급이하는 것과 번식지 바닥에 떨어진 것 그리고 번식 중 추락한 새끼와 농약에 중독 되거나 기타 원인에 의해 죽은 사체를 해부해서 확인된 종을 기록했다.
- (5) 일반적으로 왜가리류는 번식지내 영소목의 맨 위층을 점유하며 도래시기도 2월 초인 것으로 조사 되었다. 또한 왜가리는 등우리가 외부로 완전히 나출되어도 높은 가지를 선호하나 백로류는 왜가리의 등우리 보다 낮은 층을 이용하고 영소목이 나뭇잎으로 약간 가려지는 곳을 선호하고 있었다. 그리고 해오라기는 더욱 낮은 층에서 그리고 등우리가 줄기나 나뭇잎에 가려 보이지 않는 곳을 선호하고 있었다. 왜가리의 경우 영소목에서 보이는 텃새 범위는 같은 나무에도 등우리를 지을 만한 가지가 많으면 여러 개의 등우리를 틀고 있었으며, 등우리간의 거리는 그들이 등우리에서 머리를 길게 뻗어서로 공격할 수 없을 정도의 거리면 족한 것으로 확인 되었다.
- (6) 백로·왜가리류의 번식지에 대한 방해 요인 및 환경수용력조사는 현재 영소하고 있는 수목의 종류, 등우리수, 등우리를 지을 가능성이 있는 수목, 그리고 번식지 주변의 식이물 채이 장소 등을 고려하여 환경수용력을 조사했다.

제 3 장 조사지역의 개요

제 1절 서식지 환경조사

1. 충북 진천 백로·왜가리 번식지(천연기념물 제 13호)

이 곳 진천의 번식지는 기존의 주 번식지였던 은행나무가 거의 고사했기 때문에 지금은 주변의 새로운 은행나무, 감나무 등의 과수와 인근의 참나무, 소나무 등으로 이동하여 번식하고 있다. 이 곳은 신씨 사유지이며 이 곳을 관리하고 있는 신상춘(41세)씨에 의하면 1973년 이후에는 백로류가 번식하지 않았으나 약 4~5년 전부터 다시 찾아오기 시작했다고 한다.

2. 경기도 여주군 신접면 백로·왜가리 번식지 (천연기념물 제 209호)

본 도래지는 마을과 인접한 원 번식지내의 영소목인 은행나무와 아카시아나무가 거의 고사하였으며 일부 참나무와 물오리나무에서 왜가리류만 번식하고 있다. 아마도 이 곳 왜가리 번식지는 앞으로 수년 내에 사라질 운명에 처해 있다. 그러나 백로류는 현재의 왜가리번식지(신접마을 백학정 옆)로부터 동남쪽으로 약 200~300m떨어진 소나무숲으로 이동했으며 왜가리 3쌍도 이동한 것으로 보아 앞으로 원 번식지내의 영소목이 고사하여 영소자리가 사라지면 왜가리도 이곳(현 백로의 번식지)으로 이동할 것으로 사료된다. 이곳은 민씨 소유 사유지로 관리인 민수영씨에 의하면 지금부터 약 3년 전부터 원 서식지와 현재의 백로 번식지로 서식지가 나누어 졌다고 했다.

현재의 백로 번식지도 1995년도부터는 소계곡을 사이에 두고 동쪽으로

약 300m 떨어진 곳과 현재의 백로 번식지 두 곳으로 다시 나뉘어 번식하기 시작했다.

3. 강원도 횡성군 압곡리 백로·왜가리 번식지 (천연기념물 제 248호)

본 도래지는 최종금 씨 가옥의 뒷담과 인접한 영산에 위치하며 민가의 담장에 있는 과수나무에는 지상으로부터 약 1~2m 되는 가지에도 쇠백로가 등우리를 틀고 있었으며 바위와 영소목사이에 등우리를 지은 1쌍도 있었다. 또한 백로 번식지로부터 약 10m도 안되는 거리에 개도 사육하고 있었다.

이 곳은 지금부터 약 20여년 전에는 현 번식지인 영산에서 마을과 국민학교를 끼고 약 300여m 떨어진 곳에 있는 압산에서 번식을 했다고 하나 현재는 압산의 번식지는 사라지고 현재의 장소에서 번식하고 있다. 그러나 현 번식지의 주 영소목은 낙엽송이며 현재 거의 고사 되어 있고 주변의 밤나무 등 인가의 살구나무에까지 번식지를 옮기고 있는 실정이다.

4. 강원도 양양의 백로·왜가리 번식지(천연기념물 제 229호)

본 도래지는 수목이 다른 곳에 비하여 비교적 양호하나 이 곳도 영소목인 소나무가 많이 죽어 가고 있음을 확인했다. 본 번식지에 있는 영소목은 정상부 및 남동쪽은 약 200~300년생의 거목으로 되어 있는 적송림이며 북쪽 및 북서쪽은 비교적 다른곳 보다 수령이 100여년 정도로 어린 적송림이 위치하고 있다. 이들 적송림은 다른 활엽수나 또한 다른 침엽수(리기다소나무 등) 보다 배설물에 견디는 내성이 강한 것으로 사료되며 상층부에는 왜가리가 중·하층에는 백로 및 황로 등이 혼성하며 번식하고 있었다.

5. 경남 통영의 백로·왜가리 번식지(천연기념물 제 231호)

이 곳은 지금부터 약 5년 전인 1990년경부터 보호 철책을 설치한 후 다른 곳으로 이동 하였다고 한다. 아마도 통영수산대학교로부터 서쪽으로 약 4~5 Km에 위치한 하수종말 처리장 옆 야산의 번식군이 학섬으로부터 이동한 것으로 생각되며 과거 학섬으로 불리우던 곳은 현재는 왜가리류 및 백로류는 번식하지 않는다.

6. 전남 무안의 백로·왜가리 번식지(천연기념물 제 211호)

이 곳의 백로·왜가리류 집단 번식지는 최근 약 2~3년내에 개체수가 증가하는 경향이 있다고 한다. 이곳의 조류들은 인근의 서해 갯벌에서까지 비상하여 먹이를 채취하고 있는 것으로 확인됐다.

본 번식지에는 약 5,000여평 정도의 용암저수지가 있고 이 저수지 가운데에 팽나무와 물버들이 있고 이 곳에서 왜가리와 해오라기가 약 40쌍 정도 번식하고 있다. 용암저수지는 직경이 약 20~30m정도의 작은 동산이 있으며 지금부터 약 30여년전에는 고목으로된 소나무 한 그루와 약 수령 100년생의 팽나무 수 그루가 있었으나 그 후 소나무는 고사하였고 팽나무는 현재까지 존재한다. 그 외에 현재 존재하는 물버들은 약 10여년 전에 인공식재한 것으로 그 후 성장하여 조류의 번식지로 이용되고 있다고 한다. 주민 고재욱씨 및 배길용씨에 의하면 6·25 전에는 저수지 주변의 소나무에서 번식하였으나 그후 저수지 가운데로 서식지를 옮긴 후 약 30~40년전 개체수가 증가한 후 현재의 저수지 북동쪽에 위치한 야산으로 번식지로 옮겼다고 한다.

제 2절 서식처 삼림군락의 구조

강원도 양양과 횡성, 경기도 여주, 충북 진천, 충남 감성의 백로·왜가리 서식처의 군락 종 구조를 교목층, 관목층, 초본층으로 구분하여 조사하였다. 또한 인접지역에서 군락의 상관이 동일한 대조구를 선택하여 군락구조를 파악한 다음 백로 서식으로 인한 식생구성의 변화를 파악하였다. 교목층은 10m×10m의 대방형구, 관목층은 5m×5m의 중방형구, 그리고 초본층은 1m×1m 소방형구를 이용하여 출현종과 이들의 빈도, 밀도, 피도를 산출한 후 중요치를 계산하였다. 교목층의 밀도는 지역에 따라 많은 차이가 있었고, 백로와 왜가리가 등우리를 만드는 수종도 지역에 따라 달랐다. 등우리를 만드는 나무는 이미 고사한 상태가 많고, 고사 직전에 있거나 수관이 많이 훼손된 개체들이 많았다. 고사목이 많은 지역은 인근 삼림지로 서식지를 확대하고 있었다. 강원도 양양은 소나무림이 원서식처이지만 이제는 인접한 다른 소나무림으로 서식처를 옮기고 있으며, 횡성은 백로가 등우리를 만드는 잎갈나무림이 거의 파괴되어 고사목이 대부분이다. 이 지역에서는 관목상태로 존재하는 물푸레나무, 떡갈나무, 상수리나무 등 키가 낮은 나무에도 등우리를 만들고 있는 것으로 관찰되었다. 여주에서는 리기다소나무림에 새로 등우리를 만들어 이주하였고, 진천에는 상수리나무, 굴참나무, 소나무, 아카시아나무 등에 등우리를 만들고 있다. 충남 감성은 상수리나무에 주로 등우리를 만들고 있지만 현재에는 리기다소나무와 소나무에도 등우리를 만들고 있었다.

각 지역에서 교목층을 구성하고 있는 우점수종의 유식물이나 실생을 조사한 결과 전혀 발견할 수 없었다. 그러나 대조구로 정한 인근 삼림에서는 하층에서 우점수종의 유식물이나 실생을 발견할 수 있었다. 따라서 이러한 서식처에서는 실생이나 유식물에 의한 보충이 전혀 이루어지지

못한다는 것을 알 수 있었다.

각 지역의 관목층은 교목층의 밀도에 크게 의존하였다. 양양 소나무림의 경우 관목층이 거의 발달하지 못하였고, 횡성은 잎갈나무가 대부분 고사함에 따라 하층에 떡갈나무, 물푸레나무, 상수리나무 등이 2.0~3.0m의 크기로 자라고 있다. 여주의 리기다소나무림에서는 참나무류와 밤나무, 노린재나무 등이 관목층을 형성하고 있으나 잎들이 백로의 배설물의 영향을 받아 대부분 고사되고 있었다. 진천 서식처에서는 아카시아나무, 딱총나무, 가죽나무, 짚레 등 관목의 종이 다른 지역에 비해 많았다. 조사 당시에 개체수가 많지 않은 것으로 보아 다른 지역으로 이주를 하고 있는 것으로 판단된다. 감성 서식처에서도 관목층은 잘 발달되지 못하였다. 특이할 사실은 관목 중 토양이 부영양화 된 지역에 출현하는 것으로 알려진 딱총나무가 횡성과 진천 등지에서 출현하였다.

백로 서식으로 인하여 가장 현저한 변화를 보이는 것은 초본식물이었다. 초본식물의 출현종과 이들의 피도도 교목층이나 관목층의 피도에 의존적이었다. 대부분 부영양화의 지표종들이 출현하였고, 대조구의 초본식생과는 종 구성 및 피도 등에서 판이한 차이가 있었다.

조사된 전 지역에서 환삼덩굴, 며느리배꼽, 닭의장풀, 고마리, 소리쟁이, 맥문동, 마, 물봉선, 애기똥풀 등이 높은 밀도로 출현하였는데, 이들은 모두 토양 부영양화의 지표종이라고 할 수 있다.

특히 횡성지역에서는 교목이 대부분 고사한 때문인지 초본층의 피도가 매우 높고 이들의 생장도 매우 왕성하였다. 특히 이 지역에서는 가시여뀌, 도깨비바늘 등의 우점도도 매우 높게 나타났다. 초본식물의 생장이 왕성한 것은 백로 서식으로 고사목이 형성되어 햇빛의 투과가 양호할 뿐만 아니라 배설물과 유기물에 의해 토양이 비옥하게 되는데 더 큰 원인이 있는 것으로 판단된다.

1. 양양 포매리 원 서식처의 소나무군락 구조

원 서식처에서 10m×10m 방형구를 설치하여 교목층, 관목층, 그리고 초본층의 종 구성을 조사하였다. 교목층은 대부분 소나무로 구성되어 있었고, 소나무의 밀도는 1600그루/ha 이었다. 평균 흉고직경은 34.6cm이었다. 흉고직경이 큰 소나무로만 구성된 원서식처는 약 500m²로 넓지 않았다. 관목상태나 실생 단계의 소나무는 전혀 관찰되지 않았고 백로 서식으로 완전 고사된 소나무가 3 그루, 고사 직전에 있는 개체가 4 그루, 나머지 개체들도 일부 가지가 고사하였거나 전반적으로 상태가 매우 불량하였다.

관목층도 매우 빈약하여 아카시아나무(*Robinia pseudo-acacia*), 밤나무(*Castana crenata*), 가층나무(*Ailanthus altissima*), 떡갈나무(*Quercus dentata*)가 1~2그루씩 분포하고 있었다. 이들 관목들의 잎들은 백로의 배설물로 덮여있었다. 교목층의 밀도가 낮고 관목층도 빈약하기 때문에 초본층의 생육상태는 매우 양호하였다. 초본층 종 구성을 조사하기 위해 1×1m 소방형구를 이용하였다.

대부분 토양이 부영양화 된 지역에서 흔히 볼 수 있는 고마리(*Persicaria thunbergii*), 소리쟁이(*Rumex crispus*), 명아주(*Chenopodium album* var. *centrorubrum*), 환삼덩굴(*Humulus japonicus*), 며느리배꼽(*Persicaria perfoliata*), 쇠무릎(*Achyranthes japonica*), 닭의장풀(*Commelina communis*), 여뀌(*Persicaria hydropiper*), 미국자리공(*Phytolacca americana*), 쑥(*Artemisia princeps* var. *orientalis*) 등이 주로 분포하고 있었다(표 1). 토양이 비옥하고 햇빛의 투과가 양호하기 때문에 이들 초본의 생장이 매우 양호하였다.

<표 1> 양양 포매리 백로 원서식처의 초본식생 구조

Species	R. F (%)	R. C (%)	Importance value
Herb layer (cover 90%)			
환삼덩굴 (<i>Humulus japonicus</i>)	14	17	31
며느리배꼽 (<i>Persicaria perfoliata</i>)	13	17	30
닭의장풀 (<i>Commelina communis</i>)	11	17	28
고마리 (<i>Persicaria thunbergii</i>)	13	13	26
소리쟁이 (<i>Rumex crispus</i>)	13	8	21
명아주 (<i>Chemopodium album</i> var. <i>centrorubrum</i>)	11	8	19
쇠무릎 (<i>Achyranthes japonica</i>)	8	8	16
여뀌 (<i>Persicaria hydropiper</i>)	8	8	16
미국자리공 (<i>Phytolacca americana</i>)	6	2	8
쑥 (<i>Artemisia princeps</i> var. <i>orientalis</i>)	3	2	5

RF; 상대 빈도
RC; 상대 피도
RD; 상대 밀도
Importance value; 중요치

(1) 새로 이주한 소나무군락의 구조

이 지역은 원서식처와 바로 연결되어 있는 인접 소나무군락으로 원서식처의 질이 악화됨에 따라 백로 무리가 영소를 만들어 이주한 곳이다. 원서식처에 비해 소나무의 흉고직경은 대체로 작지만 수관층의 높이는 20m 내외로 원서식처와 유사하였다. 교목층은 소나무 순림으로 구성되어 있고, 평균 흉고직경은 16.7cm, 임목밀도는 2500그루/ha 이었다. 관목층의 피도는 약 30%로 낮지만 원서식처에 비해 종 구성이 다양하였다. 관목층의 구조는 5m×5m 방형구를 이용하여 조사하였다. 주요 출현종으로는 관목상 아카시아나무(*Robinia pseudo-acacia*), 진달래 (*Rhododendron mucronulatum*), 개웃나무(*Rhus trichocarpa*), 땅비싸리(*Indigofera*

<표 2> 양양 포매리 새로운 백로 서식처의 관목 및 초본식생 구조

Species	R. F (%)	R. C (%)	R. D (%)	Importance value
Shrub layer (cover 30%)				
진달래(<i>Rhododendron mucronulatum</i>)	29	30	22	79
땅비싸리(<i>Indigofera kirilowii</i>)	24	20	33	77
개웃나무(<i>Rhus trichocarpa</i>)	12	15	9	36
아카시아나무(<i>Robinia pseudoacacia</i>)	18	10	7	35
산철쭉(<i>Rhododendron yedoense</i> var. <i>poukhanense</i>)	6	10	15	31
상수리나무(<i>Quercus acutissima</i>)	6	10	7	23
밤나무(<i>Castana crenata</i>)	6	5	9	20
Herb layer (cover 20%)				
그늘사초(<i>Carex lanceolata</i>)	29	53		82
외잎쭉(<i>Artemisia viridissima</i>)	21	13		34
꽃머느리밥풀(<i>Melampyrum roseum</i>)	18	13		31
참취(<i>Aster scaber</i>)	14	13		27
세잎양지꽃(<i>Potentilla freyniana</i>)	18	7		25

RF; 상대 빈도
 RC; 상대 피도
 RD; 상대 밀도
 Importance value; 중요치

kirilowii), 관목상 밤나무(*Castana crenata*), 산철쭉(*Rhododendron yedoense* var. *poukhanense*), 관목상 상수리나무(*Quercus acutissima*) 등이었다. 초본층의 피도는 약 20%로 빈약하였으나 구성종은 원서식처와

<표 3> 양양 포매리 대조구 소나무군락의 관목 및 초본식생 구조

Species	R. F (%)	R. C (%)	R. D (%)	Importance value
Shrub layer (cover 60%)				
진달래(<i>Rhododendron mucronulatum</i>)	37	40	33	140
떡갈나무(<i>Quercus dentata</i>)	11	16	17	44
산철쭉(<i>Rhododendron yedoense</i> var. <i>poukhanense</i>)	15	16	8	39
산벚나무(<i>Prunus sargentii</i>)	15	8	13	36
개웃나무(<i>Rhus trichocarpa</i>)	15	8	13	36
갈참나무(<i>Quercus aliena</i>)	4	8	8	20
상수리나무(<i>Quercus acutissima</i>)	4	4	8	16
Herb layer (cover 90%)				
그늘사초(<i>Carex lanceolata</i>)	30	35		65
억새(<i>Miscanthus sinensis</i>)	18	24		42
꽃머느리밥풀(<i>Melampyrum roseum</i>)	18	18		36
등글레(<i>Polygonatum odoratum</i> var. <i>pluriflorum</i>)	15	18		33
대사초(<i>Carex siderosticta</i>)	18	6		24

R.F; 상대 빈도
 R.C; 상대 피도
 R.D; 상대 밀도
 Importance value; 중요치

는 완전히 상이하였고(표 2), 다수의 소나무실생이 관찰되었다. 이주한지 얼마 되지 않은 것으로 판단되며, 소나무림의 상태는 대체로 양호하였다.

(2) 대조구 소나무군락의 구조

백로 서식처의 인근 지역에서 대조구로 소나무군락의 식생을 조사하였다. 교목층은 소나무로 구성되어 있었고 피도는 약 60%이었다. 대조구 소나무군락 개체들의 평균 흉고직경은 13.6cm로 새로 이주한 서식처에 비해 약간 작았으나, 임목밀도는 2800그루/ha로 유사하였다. 관목층에는

진달래 (*Rhododendron mucronulatum*), 산철쭉(*Rhododendron yedoense* var. *poukhanense*), 때죽나무 (*Styrax japonica*), 산벚나무(*Prunus sargentii*), 개웃나무(*Rhus trichocarpa*), 관목상 떡갈나무(*Quercus dentata*), 관목상 갈참나무(*Quercus aliena*) 등이 분포하였으며, 이들의 평균 피도는 약 60%이었다.

2. 황성 압곡리 백로서식지의 군락구조

이 지역 백로·왜가리 서식처는 45~60°의 경사면에 발달되어 있는 잎갈나무림으로 대부분이 고사목이다. 서식처는 산의 하부에 국한되어 있으며, 등우리를 만들 나무가 줄어들어 따라 관목상의 물푸레나무나 떡갈나무 등에도 등우리를 만들고 있다. 교목이 대부분 고사하였기 때문에 초본층의 발달이 현저하며, 초본식물의 생육상태도 매우 양호하였다. 표 4에서 보는 바와 같이 교목층은 잎갈나무 고사목이외에도 물푸레나무, 졸참나무 등이 출현하였으나 전체적으로 밀도가 높지 않아 초본층에 입사되는 광량이 많았다. 초본층은 구성종도 풍부하였지만 전체적으로 생육이 왕성하였기 때문에 조사하기가 어려울 정도이었다.

대조구로 정한 잎갈나무 순군락은 2~3m 간격으로 심어진 식재림이었다. 교목의 생육상태는 매우 양호하였고 평균 흉고직경은 16.3cm이었다. 관목층의 피도는 100%로 표 5에서 보는 바와 같이 구성종도 다양하였다. 관목층의 높이는 약 2m이었고 떡갈나무, 졸참나무, 회나무 등의 출현 빈도가 높았다. 교목과 관목본층의 피도가 높은 관계로 하층의 초본식생은 매우 빈약하였다. 종 수는 다른 지역과 비슷하나 개체수 및 피도는 매우 낮았다. 백로와 왜가리 서식처 식물군락과 대조구의 식물군락 구조를 비교해 보면 관목이나 초본 식물에서 공통되는 종이 거의 없을 정도로 다른 것을 알 수 있다. 특히 초본식물의 종 구성이 큰 차이가 있었으며,

<표 4> 횡성 압곡리 백로·왜가리 서식처의 식물군락 구조

Species	R. F (%)	R. C (%)	R. D (%)	Importance value
Tree layer				
잎갈나무 고사목(<i>Larix gmelini</i> var. <i>principisruprechtii</i>)	33	35	26	94
물푸레나무(<i>Fraxinus rhynchophylla</i>)	27	24	32	83
졸참나무(<i>Quercus serrata</i>)	20	24	25	69
떡갈나무(<i>Quercus dentata</i>)	20	18	18	56
Shrub layer				
물푸레나무(<i>Fraxinus rhynchophylla</i>)	20	29	20	69
떡갈나무(<i>Quercus dentata</i>)	20	19	18	57
상수리나무(<i>Quercus acutissima</i>)	15	19	18	52
난티잎개암나무(<i>Corylus heterophylla</i>)	10	5	8	23
가층나무(<i>Ailanthus altissima</i>)	10	5	8	23
민청가시덩굴(<i>Smilax sieboldii</i>)	7	7	8	22
딱총나무(<i>Sambucus williamsii</i> var. <i>coreana</i>)	5	5	4	14
산초나무(<i>Zanthoxylum schinifolium</i>)	2	5	6	13
쪽동백나무(<i>Styrax obassia</i>)	5	2	2	9
노간주나무(<i>Juniperus rigida</i>)	5	2	2	9
다릅나무(<i>Maackia amurensis</i>)	2	2	4	8
Herb layer				
환삼덩굴(<i>Humulus japonicus</i>)	11	15		26
가시여뀌(<i>Persicaria fauriei</i>)	11	13		24
며느리배꼽(<i>Persicaria perfoliata</i>)	11	13		24
닭의장풀(<i>Commelina communis</i>)	9	12		21
애기똥풀(<i>Chelidonium majus</i> var. <i>asiaticum</i>)	9	10		19
바랭이(<i>Digitaria sanguinalis</i>)	9	7		16
도깨비바늘(<i>Bidens bipinnata</i>)	7	7		14
마(<i>Dioscorea batatas</i>)	7	7		14
까마중(<i>Solanum nigrum</i>)	5	5		10
쇠무릎(<i>Achyranthes japonica</i>)	6	3		9
진득찰(<i>Siegesbeckia glabrescens</i>)	6	3		9
강아지풀(<i>Setaria viridis</i>)	5	3		8
쇠별꽃(<i>Stellaria aquatica</i>)	2	3		5
산여뀌(<i>Persicaria nepalensis</i>)	1	2		3
비름(<i>Amaranthus mangostanus</i>)	1	1		2

RF; 상대 빈도

RC; 상대 피도

RD; 상대 밀도

Importance value; 중요치

<표 5> 황성 압곡리에서 대조구로 정한 앞갈나무군락의 구조

Species	R. F (%)	R. C (%)	R. D (%)	Importance value
Shrub layer (cover 100%)				
떡갈나무(<i>Quercus dentata</i>)	16	21	16	53
졸참나무(<i>Quercus serrata</i>)	16	18	16	50
상수리나무(<i>Quercus acutissima</i>)	14	15	13	42
회나무(<i>Euonymus sachalinensis</i>)	12	12	16	40
난티잎개암나무(<i>Corylus heterophylla</i>)	8	9	8	25
개웃나무(<i>Rhus trichocarpa</i>)	10	6	6	22
노린재나무(<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>)	8	6	6	20
민청가시덩굴(<i>Smilax sieboldii</i>)	6	6	9	21
산벚나무(<i>Prunus sargentii</i>)	4	3	5	12
괴불나무(<i>Lonicera maackii</i>)	4	3	3	10
소나무(<i>Pinus densiflora</i>)	2	3	3	8
Herb layer (cover 15%)				
큰애기나리(<i>Disporum virdescens</i>)	16	11		27
등굴레(<i>Polygonatum odoratum</i> var. <i>pluriflorum</i>)	11	11		22
은방울꽃(<i>Convallaria keiskei</i>)	11	11		22
파리플(<i>Phryma leptostachya</i> var. <i>asiatica</i>)	8	11		19
마(<i>Dioscorea batatas</i>)	8	11		19
세잎양지꽃(<i>Potentilla freyniana</i>)	11	5		16
뉘시제비꽃(<i>Viola grypoceras</i>)	5	5		10
참취(<i>Aster scaber</i>)	5	5		10
미역취(<i>Solidago virga-aurea</i> var. <i>asiatica</i>)	5	5		10
원추리(<i>Hemerocallis fulva</i>)	5	5		10
우산나물(<i>Syneilesis palmata</i>)	5	5		10
말나리(<i>Lilium distichum</i>)	3	5		8
천남성(<i>Arisama amurense</i> var. <i>serratum</i>)	3	5		8
고비(<i>Osmunda japonica</i>)	3	5		8

R.F; 상대 빈도

R.C; 상대 피도

R.D; 상대 밀도

Importance value; 중요치

이러한 것은 조류의 집단 서식으로 인한 삼림군락의 물리적 환경과 토양의 화학적 환경이 변화되었기 때문이다.

3. 여주 백로 서식지의 식생구조

여주 신접리의 백로·왜가리 서식처는 두 지역으로 구분할 수 있었다. 한 곳은 그 전부터 조류가 집단 서식하던 곳으로 현재에는 등우리만 남아 있고 서식하는 조류 개체수는 많지 않은 곳이다. 마을 근처에 있는 은행나무, 아카시아나무 등지에 등우리를 형성하였고 하층은 경작지로 이용하고 있었다. 하층에는 대부분 환삼덩굴, 애기똥풀, 며느리배꼽, 고마리 등 부영양화 지표종들이 대부분이었고 인위적인 간섭이 심한 관계로 식생 조사에 부적합하였다.

다른 하나의 서식처는 인근의 리기다소나무림에 형성되어 있었다. 마을 뒤쪽으로 위치하고 있었고 조류 개체수도 훨씬 많은 것으로 조사되었다. 우점수종인 리기다소나무 이외에 소나무, 상수리나무 등이 출현하였으며, 리기다소나무의 임목밀도는 약 2400그루/ha이었다. 이들의 평균 흉고직경은 13.8cm 이었으며, 나무의 높이는 15~20m이었다.

관목층에는 떡갈나무, 밤나무, 노린재나무 등이 출현하였고, 잎들이 대부분 조류의 배설물로 덮여 있었으며 생태가 불량하였다. 하층에는 초본식물이 거의 생육하지 못하고 있었다. 조류의 서식으로 리기다소나무 낙엽이 많이 떨어져 쌓여 있고 배설물들 때문에 초본식생이 빈약한 것으로 판단되나 더 많은 조사가 필요한 것으로 생각된다. 또한 하층에는 리기다소나무 실생을 거의 발견할 수 없었다.

4. 진천 백로·왜가리 서식지의 식생구조

이 지역은 문헌에 의하면 노거수 은행나무가 번식지였으나 현재는 고사하고 주변의 다른 나무들로 서식지를 옮겼다. 조류가 집단으로 등우리를 만들고 있는 지역은 상수리나무, 굴참나무, 소나무 등이 주로 출현하지만 다른 지역에 비해 교목층의 밀도가 낮아 수관층이 밀폐되지 않았다.

<표 6> 여주 백로·왜가리 서식지 리기다소나무군락의 구조

Species	R. F (%)	R. C (%)	R. D (%)	Importance value
Tree layer (cover 80%)				
리기다소나무(<i>Pinus rigida</i>)	65	75	68	208
소나무(<i>Pinus densiflora</i>)	20	15	24	59
상수리나무(<i>Quercus acutissima</i>)	10	7	6	23
밤나무(<i>Castana crenata</i>)	5	3	2	10
Shrub layer (cover 60%)				
떡갈나무(<i>Quercus dentata</i>)	63	67	40	170
노린재나무(<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>)	15	13	15	43
밤나무(<i>Castana crenata</i>)	12	14	15	41
상수리나무(<i>Quercus acutissima</i>)	5	3	18	26
갈참나무(<i>Quercus aliena</i>)	5	3	12	20

R.F; 상대 빈도

R.C; 상대 피도

R.D; 상대 밀도

Importance value; 중요치

고사목이 된 잎갈나무에도 등우리를 만들었지만 대부분 상수리나무, 소나무에 등우리가 집중되어 있었다. 교목의 밀도가 낮은 관계로 관목층과 초본층이 발달되어 있다. 관목층에는 아카시아나무, 관목상 상수리나무, 질레꽃 등이 주로 출현하였고, 이 밖에 생강나무, 산초나무, 딱총나무 등도 관찰되었다. 초본층은 전형적인 부영양화 지표식물로 구성되어 있었는데, 환삼덩굴, 닭의장풀, 머느리배꼽, 맥문동 등이 주로 출현하였으며, 물봉선이나 애기똥풀, 고마리 등이 순군락을 이루는 지역도 있었다.

대조구의 식생구조를 보면 교목층의 밀도가 백로 서식지에 비해 높아 수관층이 밀폐된 부분이 많았다. 벗나무, 밤나무, 상수리나무 등이 거의 같은 비율로 출현하였고, 관목의 피도는 낮았지만 종 수는 풍부하였다. 이에 비해 초본층은 서식지에 비해 매우 빈약하였다.

<표 7> 여주 신접리에서 대조구로 정한 리기다소나무 군락의 구조

Species	R. F (%)	R. C (%)	R. D (%)	Importance value
Tree layer (cover 80%)				
리기다소나무(<i>Pinus rigida</i>)	6	71	75	209
소나무(<i>Pinus densiflora</i>)	25	21	21	67
상수리나무(<i>Quercus acutissima</i>)	12	8	13	33
Shrub layer (cover 100%)				
상수리나무(<i>Quercus acutissima</i>)	20	30	19	69
진달래(<i>Rhododendron mucronulatum</i>)	18	22	19	59
떡갈나무(<i>Quercus dentata</i>)	18	15	11	44
땅비싸리(<i>Indigofera kirilowii</i>)	5	4	15	24
산초나무(<i>Zanthoxylum schinifolium</i>)	9	4	7	20
개웃나무(<i>Rhus trichocarpa</i>)	8	6	4	18
난티잎개암나무(<i>Corylus heterophylla</i>)	5	6	7	18
참빗살나무(<i>Euonymus sieboldiana</i>)	6	4	6	16
노린재나무(<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>)	5	3	6	14
개머루(<i>Ampelopsis heterophylla</i>)	5	3	6	14
밤나무(<i>Castana crenata</i>)	5	4	4	13
Herb layer (cover 15%)				
삼주(<i>Atractylodes japonica</i>)	22	11		33
마(<i>Dioscorea batatas</i>)	11	21		32
고삼(<i>Sophora flavescens</i>)	18	11		29
오이풀(<i>Sanguisorba officinalis</i>)	9	13		22
댕댕이덩굴(<i>Cocculus trilobus</i>)	9	11		20
외잎쭈(<i>Artemisia viridissima</i>)	13	5		18
까치수영(<i>Lysimachia barystachys</i>)	4	11		15
외대으아리(<i>Clematis brachyura</i>)	4	8		12
참나리(<i>Lilium tigrinum</i>)	4	5		9
절굿대(<i>Echinops setifer</i>)	4	5		9

R.F; 상대 빈도

R.C; 상대 피도

R.D; 상대 밀도

Importance value; 중요치

이에 비해 대조구로 정한 리기다소나무림은 교목층에 리기다소나무 이외에도 소나무, 상수리나무 등이 출현하였고 임목밀도는 3100그루/ha 이었다. 리기다소나무의 평균 흉고직경은 16.2cm이었다. 표에서 보는 바와 같이 관목층과 초본층을 구성하는 종이 많았다. 관목층의 높이는 2m 정

<표 8> 진천 노원리 백로 서식지 식물군락의 구조

Species	R. F (%)	R. C (%)	R. D (%)	Importance value
Tree layer (cover 20%)				
상수리나무(<i>Quercus acutissima</i>)	38	33	42	113
굴참나무(<i>Quercus variabilis</i>)	25	33	33	91
소나무(<i>Pinus densiflora</i>)	25	22	17	64
아카시나무(<i>Robinia pseudo-acacia</i>)	13	11	8	32
Shrub layer (cover 50%)				
아카시나무(<i>Robinia pseudo-acacia</i>)	19	26	2	72
상수리(<i>Quercus acutissima</i>)	19	15	14	48
철레꽃(<i>Rosa multiflora</i>)	14	12	8	34
굴참나무(<i>Quercus variabilis</i>)	9	12	8	29
가죽나무(<i>Ailanthus altissima</i>)	9	9	11	29
산초나무(<i>Zanthoxylum schinifolium</i>)	9	6	11	26
생강나무(<i>Lindera obtusiloba</i>)	5	9	8	22
노박덩굴(<i>Celastrus orbiculatus</i>)	7	6	8	21
딱총나무(<i>Sambucus williamsii</i> var. <i>coreana</i>)	9	6	5	20
Herb layer (cover 80%)				
환삼덩굴(<i>Humulus japonicus</i>)	15	14		29
닭의장풀(<i>Commelina communis</i>)	13	14		27
며느리배꼽(<i>Persicaria perfoliata</i>)	12	13		25
고마리(<i>Persicaria thunbergii</i>)	12	11		23
맥문동(<i>Liriope platyphlla</i>)	11	12		23
마(<i>Dioscorea batatas</i>)	11	7		18
물봉선(<i>Impatiens textori</i>)	8	9		17
애기똥풀(<i>Chelidonium majus</i> var. <i>asiaticum</i>)	9	7		16
까마중(<i>Solanum nigrum</i>)	3	5		8
쇠무릎(<i>Achyranthes japonica</i>)	3	3		6
바랭이(<i>Digitaria sanguialis</i>)	2	3		5
도깨비바늘(<i>Bidens bipinnata</i>)	2	3		5
쑥(<i>Artemisia princeps</i> var. <i>orientalis</i>)	1	1		2
고삼(<i>Sophora flavescens</i>)	1	1		2

R. F; 상대 빈도

R. C; 상대 피도

R. D; 상대 밀도

Importance value; 중요치

<표 9> 진천 노원리 대조구 식물군락의 구조

Species	R. F (%)	R. C (%)	R. D (%)	Importance value
Tree layer (cover 80%)				
밤나무(<i>Castana crenata</i>)	33	40	29	102
벚나무(<i>Prunus serrulata</i> var. <i>spontanea</i>)	29	30	29	88
소나무(<i>Pinus densiflora</i>)	24	20	18	62
상수리나무(<i>Quercus acutissima</i>)	14	10	24	48
Shrub layer (cover 40%)				
국수나무(<i>Stephanaadra incisa</i>)	27	12	12	51
벚나무(<i>Prunus serrulata</i> var. <i>spontanea</i>)	12	18	10	40
청가시덩굴(<i>Smilax sieboldii</i>)	12	12	15	39
단풍나무(<i>Acer palmatum</i>)	9	12	12	33
떡갈나무(<i>Quercus dentata</i>)	12	9	7	28
산딸기(<i>Rubus crataegifolius</i>)	9	6	12	27
산초나무(<i>Zanthoxylum</i> <i>schinifolium</i>)	9	6	7	22
싸리(<i>Lespedeza bicolor</i>)	6	6	9	21
생강나무(<i>Lindera obtusiloba</i>)	6	6	7	19
개웃나무(<i>Rhus trichocarpa</i>)	6	6	5	17
노린재나무(<i>Symplocos</i> <i>chinensis</i> for. <i>pilosa</i>)	3	6	5	14
Herb layer (cover 10%)				
담쟁이(<i>Parthenocissus</i> <i>tricuspidata</i>)	43	36		79
고사리(<i>Pteridium aquilinum</i>)	29	27		56
맥문동(<i>Liriope platyphlla</i>)	21	18		39
마(<i>Dioscorea batatas</i>)	7	18		25

R.F; 상대 빈도
R.C; 상대 피도
R.D; 상대 밀도
Importance value; 중요치

도이며, 피도는 거의 100% 이었다. 하층의 초본은 개체수나 밀도는 크지 않았으며, 리기다소나무 실생을 많이 관찰할 수 있었다.

5. 충남 감성 백로·왜가리 서식지의 군락구조

충남 감성의 백로 집단서식지의 경우 영소목 역할을 하는 것은 상수리 나무이었다. 이 지역의 상수리나무림은 그 면적이 넓지 않고 산록을 따

라 마을의 인가 뒤쪽으로 길게 발달되어 있다. 주변에는 리기다소나무림이 발달되어 있는데, 아직 생식시기에 이르지 못한 개체들이 주로 시간을 보내는 곳으로 관찰되었다.

백로·왜가리가 번식하고 있는 지역의 상수리나무림에는 리기다소나무와 소나무도 몇 그루 출현하지만 소나무는 모두 고사하였고, 리기다소나무도 생육상태가 불량한 것으로 나타났다. 하층에는 빈도가 낮지만 짙레꽃과 아카시아나무가 출현하였으며, 다른 관목은 없었다. 초본층에는 덩굴성인 인동, 양지꽃 등이 관찰되었으나 대체적으로 식생이 빈약하였다. 대조구로 정한 상수리나무림의 식생도 서식지의 군락과 유사하였다.

제 3절 서식처 토양의 이화학적 특성

각 지역의 백로·왜가리 서식처에서 무작위로 10지점의 토양을 채취하였다. 토양을 채취할 때에는 주변 2~3m 이내에서 토양을 채취한 뒤 합하여 하나로 하였다. 대조구로 정한 인접 삼림지역에서도 같은 방법으로 10점의 토양을 채취하여 비닐봉투에 밀폐한 후 실험실로 가져왔다. 채취한 토양은 실험실에서 음건시킨 후 2mm체로 친 다음 분석에 사용하였다.

토양의 pH는 토양:중류수를 1:5로 하여 1시간 동안 진탕시킨 후 pH meter로 측정하였다. 유기물 함량은 650°C 전기로에서 4시간 동안 태워 그 소실량으로부터 산출하였다. 토양의 전질소는 microKjeldahl 방법으로 정량하였고, 토양의 유효인은 NH_4F 로 추출한 후 ammonium molybdate와 stannous chloride로 발색시킨 뒤 spectrophotometer로 비색 정량하였다(Allen *et al.* 1974). 칼륨, 칼슘, 마그네슘은 ammonium acetate로 추출한 뒤 Atomic Absorption Spectrophotometer (Perkin-Elmer 3110)로 정량하였다. Total-Sulfur는 Bardsley and Lancaster(1960)에 따라 분석하였다(Wilde *et al.* 1979). 즉 일정량의 토양에 NaHCO_3 를 넣어 전기로에서 태운 다음 추출용액(NaH_2PO_4 4.6g을 2N 초산 1L에 용해)으로 추출한다. 여기에 필요한 시약을 넣은 후 spectrophotometer의 420nm에서 그 탁도를 측정하여 표준용액의 탁도와 비교하여 황을 정량한다.

서식처 토양과 대조구 토양의 토양 분석자료는 모두 t-검정을 실시하였으며 유의수준 5%를 기준으로 판정하였다.

1. 토양의 특성

강원도 양양 포매리, 강원도 횡성 압곡리, 경기도 여주 신접리, 충북의 진천 노원리, 충남의 금남면 감성리의 백로·왜가리 서식처의 토양 특성과 대조구의 토양 특성의 분석 결과를 각각 표 10에서 표 14에 걸쳐 종합하였다. 이들 표에서 보는 바와 같이 토양 유기물 함량을 비롯하여 전질소, 유효인, 칼륨, 칼슘, 그리고 황 함량에서 서식처와 대조구 사이에 큰 차이를 보였다. 이러한 원인은 백로·왜가리의 서식으로 인한 배설물, 식물 생 파피로 인한 유기물 첨가, 그리고 어린 새를 먹이기 위해 날라온 먹이(주로 인근 하천이나 논에서 포획한 어류)가 임상에 떨어져 분해되기 때문인 것으로 추정된다. 특히 유효인의 경우 서식처는 대조구에 비해 지역에 따라서는 30배 이상 높은 것으로 나타났다. 이것은 백로와 왜가리의 배설물에 다량의 인이 포함되어 있기 때문인 것으로 추정된다. 또한

<표 10> 양양 포매리 백로·왜가리 서식지 내부와 주변 대조구 식물군락의 토양 성질 비교

토양 성질	서식지 내부	서식지 외부(대조구)
Organic matter (%)	27.2±8.61**	10.2±1.13
Soil pH	4.0±0.17**	4.6±0.05
Total nitrogen(mg/g)	14.8±5.75***	2.8±0.35
Phosphate(ppm)	19.3±4.63***	0.6±0.18
Potassium(ppm)	10.8±0.03***	1.27±0.33
Calcium(ppm)	26.6±9.78***	3.5±1.01
Magnesium(ppm)	2.7±1.33NS	1.6±0.36
Total sulfur(mg/g)	92.0±3.85***	18.8±2.04

NS; Not significant, *; p<0.05, **; p<0.01, ***; p<0.001

조사기간 중에도 각 지역의 임상에 미꾸라지, 붕어, 피라미 등 많은 물고기가 떨어져 있는 것을 관찰할 수 있었다.

토양의 산도는 지소에 따라 차이가 있었다. 양양의 서식처는 이 지역이 모두 소나무림이기 때문에 토양의 산도는 낮을 것으로 예상하였지만 서식처에서 산도가 더 낮았고 대조구와의 사이에 1% 수준에서 유의성이 인정되었다. 강원도 횡성과 충북의 진천 서식처에서도 대조구와의 사이에 유의한 차이가 있었다. 그러나 경기도 여주와 충남 감성의 경우에는 토양 산도의 차이에 유의성이 없었다. 이러한 이유로는 이들 지역이 비교적 신생 서식처이기 때문인 것으로 판단된다.

<표 11> 강원도 횡성 압곡리 백로·왜가리 서식지 내부와 주변 대조구 식물군락의 토양 성질 비교

토양 성질	서식지 내부	서식지 외부(대조구)
Organic matter(%)	32.2±4.20***	11.4±2.76
Soil pH	4.3±0.07*	4.6±0.13
Total nitrogen(mg/g)	15.9±3.32***	3.8±1.38
Phosphate(ppm)	24.5±2.15***	0.9±0.00
Potassium(ppm)	10.9±0.13**	3.9±0.26
Calcium(ppm)	20.2±4.24**	8.9±0.96
Magnesium(ppm)	1.3±0.79NS	2.4±0.22
Total sulfur(mg/g)	48.9±8.31**	15.7±3.63

NS; Not significant, *; p<0.05, **; p<0.01, ***; p<0.001

토양의 칼슘함량은 서식처와 대조구 사이에 큰 차이가 있었다. 백로와 왜가리 서식지 토양의 칼슘 함량이 높은 것은 이들의 알이 부화된 후 알 껍질이 임상에 떨어져 분해되기 때문인 것으로 판단된다. 칼륨의 경우에

도 전 서식처에서 대조구와 유의한 차이를 보였다. 그러나 마그네슘은 경기도 여주를 제외하고는 다른 것과는 달리 서식처와 대조구 사이에 유의한 차이가 없었다.

<표 12> 경기도 여주 신접리의 백로·왜가리 서식지 내부와 주변 대조구 식물군락의 토양 성질 비교

토양 성질	서식지 내부	서식지 외부(대조구)
Organic matter (%)	29.1±3.12*	13.0±0.33
Soil pH	4.2±0.08NS	4.3±0.07
Total nitrogen(mg/g)	23.8±2.01**	6.2±0.70
Phosphate(ppm)	23.0±14.69***	0.8±0.07
Potassium(ppm)	24.0±3.47***	2.7±0.39
Calcium(ppm)	24.4±5.28**	2.0±0.12
Magnesium(ppm)	2.2±0.39*	0.7±0.18
Total sulfur(mg/g)	86.5±11.77**	34.79±2.12

NS; Not significant, *; p<0.05, **; p<0.01, ***; p<0.001

한편 토양의 황 함량은 큰 차이가 있었다. 백로·왜가리 서식처 토양에서 황 함량이 높은 것은 산란기 때의 알이 여러 가지 원인으로 떨어져 깨지거나 부화 잔재물들이 많이 떨어지기 때문인 것으로 판단되지만 이에 대해서는 더 조사가 필요한 것으로 판단된다. 토양분석 결과표에는 나와 있지 않은 항목이지만 모든 서식처에서 가용성 황의 경우에도 서식지 토양이 대조구 토양에 비해 높은 것으로 나타났다.

<표 13> 충북 진천 노원리의 백로·왜가리 서식지 내부와 주변 대조구 식물군락의 토양 성질 비교

토양성질	서식지 내부	서식지 외부(대조구)
Organic matter (%)	14.6±1.78**	7.2±1.85
Soil pH	4.3±0.17*	4.6±0.15
Total nitrogen(mg/g)	9.4±0.87*	4.6±1.20
Phosphate(ppm)	21.7±3.73***	1.7±0.12
Potassium(ppm)	4.5±1.53*	1.7±0.23
Calcium(ppm)	19.9±5.67***	1.9±0.34
Magnesium(ppm)	1.0±0.53	1.1±0.07
Total sulfur(mg/g)	51.4±6.58***	17.8±0.55

NS; Not significant, *; p<0.05, **; p<0.01, ***; p<0.001

<표 14> 충남 금남면 감성리의 백로·왜가리 서식지 내부와 주변 대조구 식물군락의 토양 성질 비교

토양성질	서식지 내부	서식지 외부(대조구)
Organic matter (%)	21.9±6.12*	14.3±1.67
Soil pH	4.4±0.24NS	4.5±0.26
Total nitrogen(mg/g)	14.8±5.75***	2.8±0.35
Phosphate(ppm)	19.3±4.63***	0.6±0.18
Potassium(ppm)	12.5±2.35*	6.1±1.27
Calcium(ppm)	17.2±1.65**	5.5±2.30
Magnesium(ppm)	2.2±0.18NS	3.4±1.54
Total sulfur(mg/g)	92.0±3.85***	18.79±2.04

NS; Not significant, *; p<0.05, **; p<0.01, ***; p<0.001

제 4절 종자 발아

백로와 왜가리의 집단 번식지는 이들 조류에 의한 물리적인 피해와 토양성질의 변화로 영소목 역할을 하는 우점수종이 고사하고 종자 발아를 통한 이들 수종의 보충이 안되기 때문에 조류 서식지가 파괴됨은 물론 삼림도 황폐화되고 있다. 연구 진행상 종자의 발아 실험은 토양 분석이 끝나는 2년차부터 실시하게 되어 있다. 지금까지의 토양 조사 결과 서식지 내부의 토양이 크게 부영양화 되었음을 알게 되었고, 식생조사를 통해 실생에 의한 보충이 전혀 이루어지지 않고 있음을 확인할 수 있었다. 따라서 현재 우점수종의 종자를 채취하고 있으며, 이들의 발아실험을 통해 최적 발아조건을 밝히고 그 결과를 현장에 적용하여 파괴된 삼림의 복원과 현재의 서식처를 그대로 유지할 수 있는 방법을 모색한다.

발아실험은 백로와 왜가리가 주로 영소목으로 이용하고 있고, 또 각 조사지소의 우점수종으로 판명된 리기다소나무, 소나무, 상수리나무, 잎갈나무 등을 재료로 수행할 예정이다. 발아실험시 특히 고려할 환경요인으로는 토양의 유기물함량과 질소 및 인, 그리고 광량이라고 판단되므로 이들 환경요인을 조절할 수 있는 실험계획을 설계하고 있다. 토양은 백로와 왜가리 서식처에서 직접 가져다가 실험을 할 계획이다.

제 5절 식생 및 번식지 방해요인 조사

1) 야생조류 집단번식지내 수목을 비롯한 식생에 대한 파괴 및 생장 저해 요인.

- ① 조류의 집단번식에 의한 배설물
- ② 인간들에 의한 수목 남벌 행위
- ③ 병충해에 의한 번식지내 수목 고사
- ④ 야생조류들의 등우리를 위한 가지 절단 또는 등우리에 대한 영소목의 중력의 영향 등을 들 수 있다.

2) 본 조사기간 동안 확인 된 야생조류 집단번식지에 대한 방해 요인은 다음과 같다.

- ① 탐조 및 촬영을 위한 사진작가에 의한 피해,
- ② 야생수류(들고양이, 청설모 등)에 의한 알 및 유조의 피해 등을 확인할 수 있었다.
- ③ 산주 및 마을 주민의 번식 방해 행위
- ④ 기타 태풍에 의한 영소목의 절단 등

제 6절 조류개체수 조사

1. 번식기간

지역간에 약간의 차이는 있으나 최초 도래일은 지역간에 2-3일을 넘지 않는 것으로 조사 되었다. 번식지에서 혼서하는 조류 중 왜가리 *Ardea cinerea*는 백로류(중대백로 *E. alba modesta*, 중백로 *E. alba intermedia*, 쇠백로 *E. garzetta*)보다 20일 정도 빠르고, 육추기간도 백로류보다 더 많이 소요되었다.

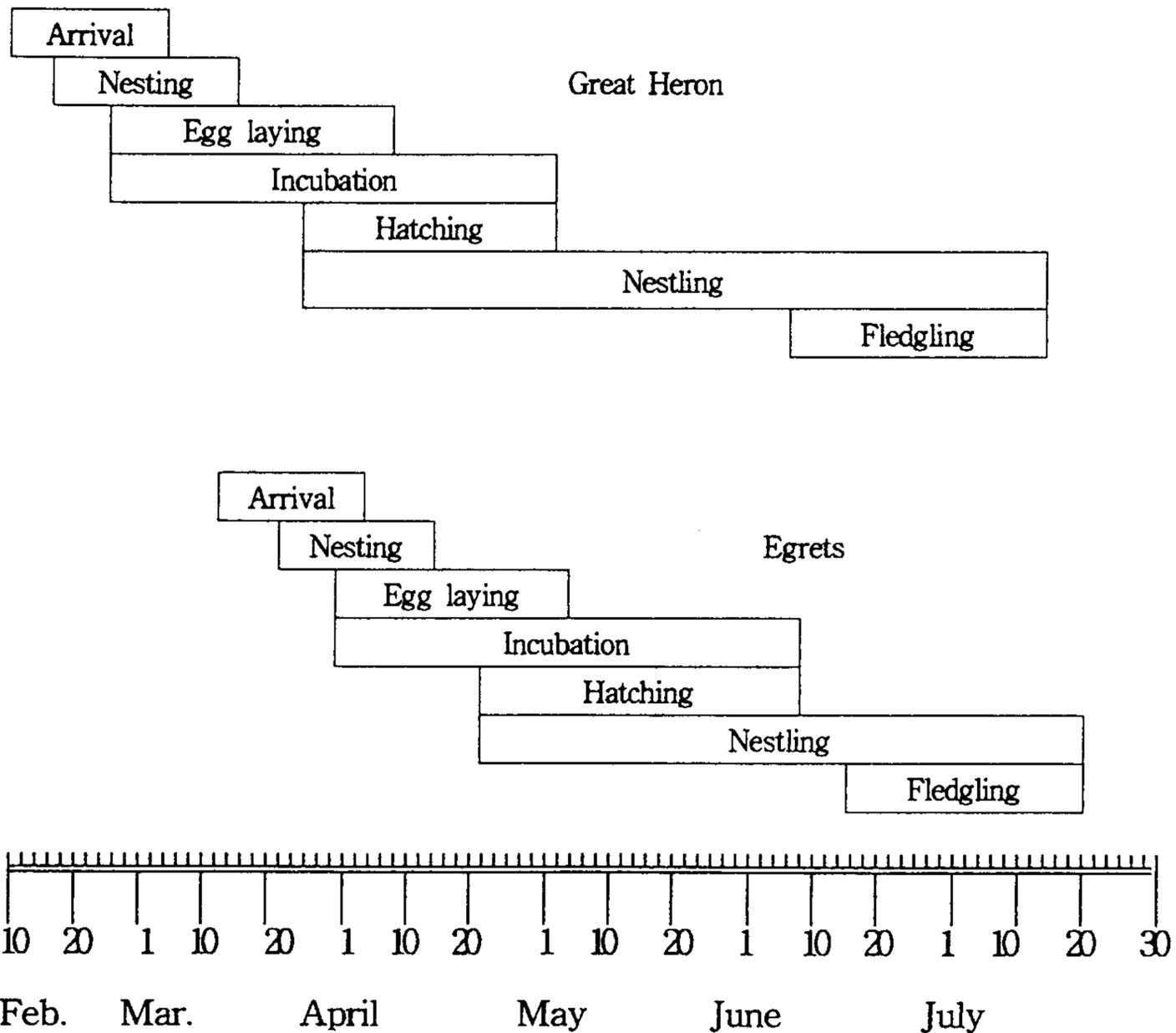


그림 1. 한국에 도래하는 왜가리·백로류의 번식기간의 비교.

또한 전체적으로 필요로 하는 시간은 비슷하지만 왜가리보다 늦게 도래한 백로류의 번식이 왜가리보다는 더 늦게까지 계속되었다(그림 1).

본 조사기간동안 왜가리류의 육추기간 중 새끼의 생장을 측정한 결과 부화 후 7일째는 부리 $9.12 \pm 1.65\text{cm}$, 부척 $9.8 \pm 3.03\text{cm}$, 꼬리 $5.26 \pm 3.14\text{cm}$, 발가락 $7.74 \pm 1.70\text{cm}$, 날개 $37.64 \pm 16.83\text{cm}$ 였으며, 부화 후 31일째는 부리 $13.27 \pm 1.17\text{cm}$, 부척 $15.3 \pm 1.61\text{cm}$, 꼬리 $15.12 \pm 2.73\text{cm}$, 발가락 $10.44 \pm 0.46\text{cm}$, 날개 $72.64 \pm 6.36\text{cm}$ 로 나타났다.

2. 충북 진천의 왜가리 번식지

대부분의 야생조류 집단번식지에는 황새목의 조류인 왜가리 *Ardea cinerea*, 중대백로 *Egretta alba modesta*, 쇠백로 *Egretta garzetta*, 황로 *Bubulcus ibis* 그리고 해오라기 *Nycticorax nycticorax* 등이 섞여서 번식하고 있다.

충북 진천의 왜가리번식지는 지금은 거의 고사한 수령 약 900년 이상 된 노거수 은행나무에서 시작 되었다고 전해지며 이 곳의 왜가리 *Ardea cinerea*는 아마도 정확히는 알 수 없지만 노거수 은행나무에서 약 300~500년 전부터 번식했을 것으로 사료된다. 문헌에 의한 기록을 보면 1968년에는 왜가리 *Ardea cinerea* 30개체, 중대백로 *Egretta alba modesta* 60개체 등 약 90개체를 관찰할 수 있었으며 1969년에는 왜가리 성조 약 120개체와 육추중인 유조 약 180개체 등 300개체를 관찰했다. 또한 1973년에는 왜가리 47개체와 육추중인 새끼 16개체만을 관찰할 수 있었으며 기타 백로류는 관찰할 수 없었다(원, 1975).

그러나 약 20년이 경과한 본 조사에서는 1차 조사시(1995. 3. 18)에는 왜가리 *Ardea cinerea*만 160개체를 관찰할 수 있었다. 왜가리의 도래 시기는 2월초인데 반해 백로류는 3월초순경에 도래한다. 2차 조사시(1995.

5. 27)에는 왜가리 *Ardea cinerea* 150개체와 육추중인 새끼 약 100개체 그리고 중대백로 *Egretta alba modesta* 50개체, 쇠백로 *Egretta garzetta* 13개체 그리고 황로 *Bubulcus ibis* 1개체가 관찰 되었다. 3차조사 (95. 6. 21)에서는 왜가리 174개체와 육추중인 새끼 112개체 그리고 중대백로와 쇠백로가 각각 10개체와 6개체가 관찰되었다. 4차조사(95. 7. 15)에는 육추중인 왜가리 새끼 57개체와 성체 150 개체였으며 중대백로는 한창 육추중이거나 이소직전 상태에 있는 새끼를 포함하여 약 80개체 그리고 쇠백로가 15개체가 관찰되었다(표 15).

<표 15> 충북 진천의 백로·왜가리 집단번식지의 조류개체수

종 Species	조사시간 및 개체수 Date & Number				비 고
	'95. 3. 17 ~ 3. 18	'95. 5. 27 ~ 5. 28	'95. 6. 21 ~ 6. 22	'95. 7. 14 ~ 7. 15	
왜 가 리 <i>Ardea cinerea</i>	160	150(100)	174(112)	150(57)	()는 유조
중대백로 <i>Egretta alba modesta</i>		50	12	45(35)	"
쇠 백 로 <i>Egretta garzetta</i>		13	6	15(6)	"
황 로 <i>Bubulcus ibis</i>		1			
합 계 Total	160	214(100)	192(112)	210(98)	()는 유조

3. 여주 신접리의 백로·왜가리 번식지

신접리의 번식지는 마을앞에 약 400~500년생 노거수 은행나무에서 처음 번식했으나 지금은 은행나무가 고사하여 그 주변에 식재되었던 아카시아나무에서 동우리를 틀고 있다. 그러나 아카시아나무도 고사상태가 심각해 향후 수년 내에 대책을 세우지 않으면 현재의 왜가리 번식지는

자취를 감출 것으로 사료된다. 문헌 자료에 의하면 1972년에는 왜가리 약 100개체, 중대백로 약 700개체가 관찰되었다(원, 1975).

이 곳의 백로·왜가리 번식지는 처음에는 혼서하면서 번식했으나 약 3년전부터 왜가리를 제외한 백로류는 원번식지로부터 남쪽으로 약 200m정도 떨어진 리기다소나무림으로 옮겨서 번식하고 있다. 뿐만 아니라 왜가리도 3쌍정도 이 곳으로 옮긴 것으로 보아 수년 내에 원번식지의 왜가리들도 이 곳으로 옮길 것으로 사료된다. 따라서 새로운 산림지역으로 옮겨가기 전에 인공 소상을 만들어 주면 왜가리만은 현재의 번식지에서 번식을 하도록 유인할 수 있을 것으로 사료된다.

본 조사기간 중 1차조사시(95. 3. 18)에는 왜가리만 103개체 관찰할 수 있었다. 2차조사(95. 5. 27)에는 왜가리 85개체와 육추중인 새끼 177개체, 중대백로 200개체와 쇠백로 140개체 그리고 황로 10개체가 관찰되었다. 3차조사(95. 6. 21)에는 왜가리 90개체와 육추중인 새끼 112개체, 중대백

<표 16> 경기도 여주군 신접리 백로·왜가리 집단번식지의 조류개체수

종 Species	조사시간 및 개체수 Date & Number				비 고
	'95. 3. 18 ~ 3. 19	'95. 5. 28 ~ 5. 29	'95. 6. 22 ~ 6. 23	'95. 7. 15 ~ 7. 16	
왜 가 리 <i>Ardea cinerea</i>	103	85(177)	90(112)	54(57)	()속은 유조
중대백로 <i>Egretta alba modesta</i>		200	280	270	
쇠 백 로 <i>Egretta garzetta</i>		140	187	180	
황 로 <i>Bubulcus ibis</i>		10	8	4	
합 계 Total	103	435(177)	565(112)	508(57)	()속은 유조

로 280개체, 쇠백로 187개체 그리고 황로가 8개체 관찰되었다. 한편 4차 조사(95.7.15)에서는 왜가리 54개체와 육추중인 새끼 57개체로 많이 이소한 상태이며 중대백로는 270개체, 쇠백로는 180개체 그리고 황로 4개체가 관찰되었다(표 16)

4. 횡성압곡리의 백로·왜가리 번식지

약 20년전만 해도 이 곳은 영산과 압산 2 곳에서 백로 및 왜가가 번식했다고 하나 현재는 압곡국민학교로부터 서쪽으로 약 200~300m정도 떨어진 독립된 형태의 영산에서만 번식하고 있었다. 기록에 의하면 1973년에는 영산에서 중대백로 979개체, 왜가리 13개체, 그리고 압산에서 중대백로 305개체, 왜가리 16개체를 관찰했다(원, 1975). 그러나 본 조사에서는 1차 조사시(95. 3. 18)에 왜가리가 110개체가 관찰되었으며 2차조사(95. 5. 27)시에는 왜가리는 육추중인 새끼 210개체를 포함하여 310개체,

<표 17> 강원도 횡성군 서원면 압곡리 백로·왜가리 집단번식지의 조류 개체수

종 Species	조사시간 및 개체수 Date & Number				비 고
	'95. 3. 19 ~ 3. 20	'95. 5. 29 ~ 5. 30	'95. 6. 23 ~ 6. 24	'95. 7. 16 ~ 7. 17	
왜 가 리 <i>Ardea cinerea</i>	110	100(210)	88(112)	75(57)	()속은 유조
중대백로 <i>Egretta alba modesta</i>		250	208	224	
쇠 백 로 <i>Egretta garzetta</i>		200	195	142	
황 로 <i>Bubulcus ibis</i>		12	13	10	
합 계 Total	110	562(210)	504(112)	451(57)	()속은 유조

중대백로 250개체, 쇠백로 200개체 그리고 황로 12개체를 관찰했다. 3차 조사시(95. 6. 21)에는 왜가리 88개체와 육추중인 112개체, 중대백로 208개체, 쇠백로 195개체, 그리고 황로 13개체를 관찰했다. 4차조사(95. 7. 15)시에는 왜가리 75개체와 육추중인 새끼 57개체, 중대백로 224개체, 쇠백로 142개체 그리고 황로 10개체를 관찰했다(표 17).

5. 양양 포매리의 백로·왜가리 집단 번식지

번식지의 식생은 대부분 소나무로 구성되어 있었고, 관목상태나 실생 단계의 소나무는 전혀 관찰되지 않았으며 배설물에 의하여 완전 고사된 소나무와 고사직전에 있는 개체 등 전반적으로 상태가 매우 불량하였다.

그 외에 아카시아나무(*Robinia pseudo-acacia*), 밤나무(*Castana crenata*), 가중나무(*Ailanthus altissima*), 떡갈나무(*Quercus dentata*) 등도 분포하고 있었다. 이들 관목들의 잎들도 백로의 배설물로 덮여 있었

<표 18> 강원도 양양군 현남면 포매리 백로·왜가리 집단번식지의 조류 개체수

종 Species	조사시간 및 개체수 Date & Number				비 고
	'95. 3. 20 ~ 3. 21	'95. 5. 30 ~ 5. 31	'95. 6. 24 ~ 6. 25	'95. 7. 17 ~ 7. 18	
왜 가 리 <i>Ardea cinerea</i>	198	205	137(200)	175(67)	()속은 육추 중인 새끼
중대백로 <i>Egretta alba modesta</i>		307	163	250	
쇠 백 로 <i>Egretta garzetta</i>			5	16	
황 로 <i>Bubulcus ibis</i>				2	
합 계 Total	198	512	305(200)	443(67)	()속은 육추 중인 새끼

다. 교목층은 밀도가 낮고 관목층도 빈약하여 초본층의 생육상태는 매우 양호하였다. 1969년에는 왜가리 150개체, 중대백로 2000개체가 서식한 것으로 추정했다(원, 1975). 본 조사에서는 1차조사(95. 3. 18)시 왜가리만 198 개체가 관찰되었고 2차 조사(95. 5. 27)에는 왜가리 205 개체, 중대백로 307 개체 그리고 3차조사(95. 6. 22)시에는 왜가리가 137개체와 육추중인 새끼 200개체, 쇠백로 5개체를 관찰했다. 그리고 4차조사(95. 7. 17)에는 왜가리 175개체와 육추중인 새끼 67개체, 중대백로 250개체, 쇠백로 16개체 그리고 황로 2개체를 관찰했다(표 18).

<표 19> 전남 무안군 무안면 용월리 백로·왜가리 집단번식지의 조류개체수

종 Species	조사시간 및 개체수 Date & Number				비 고
	'95. 4. 1 ~ 4. 2	'95. 5. 31 ~ 6. 1	'95. 6. 26 ~ 6. 27	'95. 7. 18 ~ 7. 19	
왜 가 리 <i>Ardea cinerea</i>	350	360	337	175	()속은 유조
중대백로 <i>Egretta alba modesta</i>	100	207	146	250	
쇠 백 로 <i>Egretta garzetta</i>					
황 로 <i>Bubulcus ibis</i>	5	3			
해오라기 <i>Nycticorax nycticorax</i>	2			19	
합 계 Total	110	213(100)	192(112)	310(57)	()속은 유조

6. 전남 무안군 용원리의 백로·왜가리 번식지

본 장소는 무안군 소재지로부터 동북쪽 약 4km에 위치하며 직경 약 300~400m 정도의 타원형 모양의 용암저수지가 있으며 이 중앙에 약 150~200년생 팽나무 와 물버들 약 10여 그루가 있으며 이 곳에 약 40개체의 왜가리와 해오라기가 번식한다. 그 곳으로부터 북 쪽으로 약 100m정도에 위치한 고립된 형태의 산에 왜가리 및 백로가 번식하고 있다. 문헌에 의하면 1968년에는 왜가리 200개체, 중대백로 400개체 그리고 1973년에는 왜가리 10개체, 중대백로 200개체, 황로 2개체 등이 관찰되었다(원, 1975). 한편 본 조사에서는 1차조사시(95. 4. 2)왜가리 350개체, 중대백로 100개체, 황로 5개체 그리고 해오라기 2개체를 관찰했다. 2차 조사시(95. 5. 30)에는 왜가리 360개체, 중대백로 207개체 그리고 황로 3개체를 관찰했다. 한편 4차 조사시(95. 7. 20)시에는 왜가리 175개체 중대백로 250개체 그리고 해오라기 19개체를 확인했다(표 19). 이곳의 백로 서식지 관리인 배길용씨에 의하면 최근 2~3년 동안 개체수는 증가 추세에 있다고 하였다.

제 7절 식이물조사

대부분 황새목 조류는 동물성을 먹고 산다. 식이물 조사는 번식지내에 떨어져 있는 식이물을 수거하거나 번식지 주변 및 번식지내에 죽어있는 성체 및 폭풍기 때 땅에 떨어지는 유조의 사체를 해부하여 위의 내용물을 확인하여 정리하였다. 백로·왜가리류 들은 번식지의 주변의 논, 습지, 수로, 강변, 냇가 등 물이 있고 물고기가 있는 곳이면 찾아 든다. 또한 물이 없어도 육상의 초원 등지에서 포유류, 양서류, 파충류 그리고 곤충등을 식이물로 이용하기도 한다. 이들 조류는 번식지 가까이에서 구하

<표 20> 백로·왜가리류의 식이물 종류

Species (종)	Fresh Weight(n=10)	
	Gram(M±SD)	R.Gram(%)
Pisces		
붕어 <i>Carassius carassius</i>	202.30±7.15	10.30
잉어 <i>Cyprinus carpio</i>	312.12±5.57	14.94
미꾸라지 <i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	35.31±1.21	1.68
납자루 <i>Acheilognathus intermedia</i>	36.20±0.35	1.72
버들치 <i>Moroco oxycephalus</i>	12.00±0.13	0.56
피리미 <i>Zacco platypus</i>	25.01±0.07	1.18
드렁허리 <i>Fluta alba</i>	130.36±5.12	6.24
문절망둥어 <i>Acanthogobius flavimanus</i>	78.30±4.30	3.74
Amphibia		
참개구리 <i>Rana nigromaculata</i>	74.98±3.45	3.58
황소개구리 <i>Rana catesbeiana</i>	176.21±7.35	8.43
북방산개구리 <i>Rana temporaria dybowskii</i>	37.12±0.05	1.77
올챙이	7.13±0.05	0.33
Reptile		
유혈목이 <i>Natrix tigrina lateralis</i>	235.12±6.21	11.25
무자치 <i>Xlaphe rufodorsata</i>	210.14±5.03	10.05
누룩뱀 <i>Elaphe dione</i>	154.18±5.35	7.37
도마뱀 <i>Leiolopisma laterale laterale</i>	34.28±1.24	1.63
장지뱀 <i>Takydromus auroradis</i>	28.89±1.37	1.38
Mammal		
갈밭쥐 <i>Microtus fortis pelliceus</i>	77.85±3.13	3.72
등줄쥐 <i>Apodemus agrarius</i>	86.75±4.60	4.15
두더쥐 <i>Talpa micrura</i>	67.54±2.90	3.23
땃쥐 <i>Crocidura suaveolens shantungensis</i>	53.10±2.00	2.54
Insecta		
방아깨비 <i>Acrida lata</i>	8.10±0.05	0.38
플무치류	5.62±0.03	0.26
잠자리류	1.50±0.02	0.07
딱정벌레류	0.31±0.01	0.01
Others	0.85±0.06	0.04
Total	2087.27	100.00

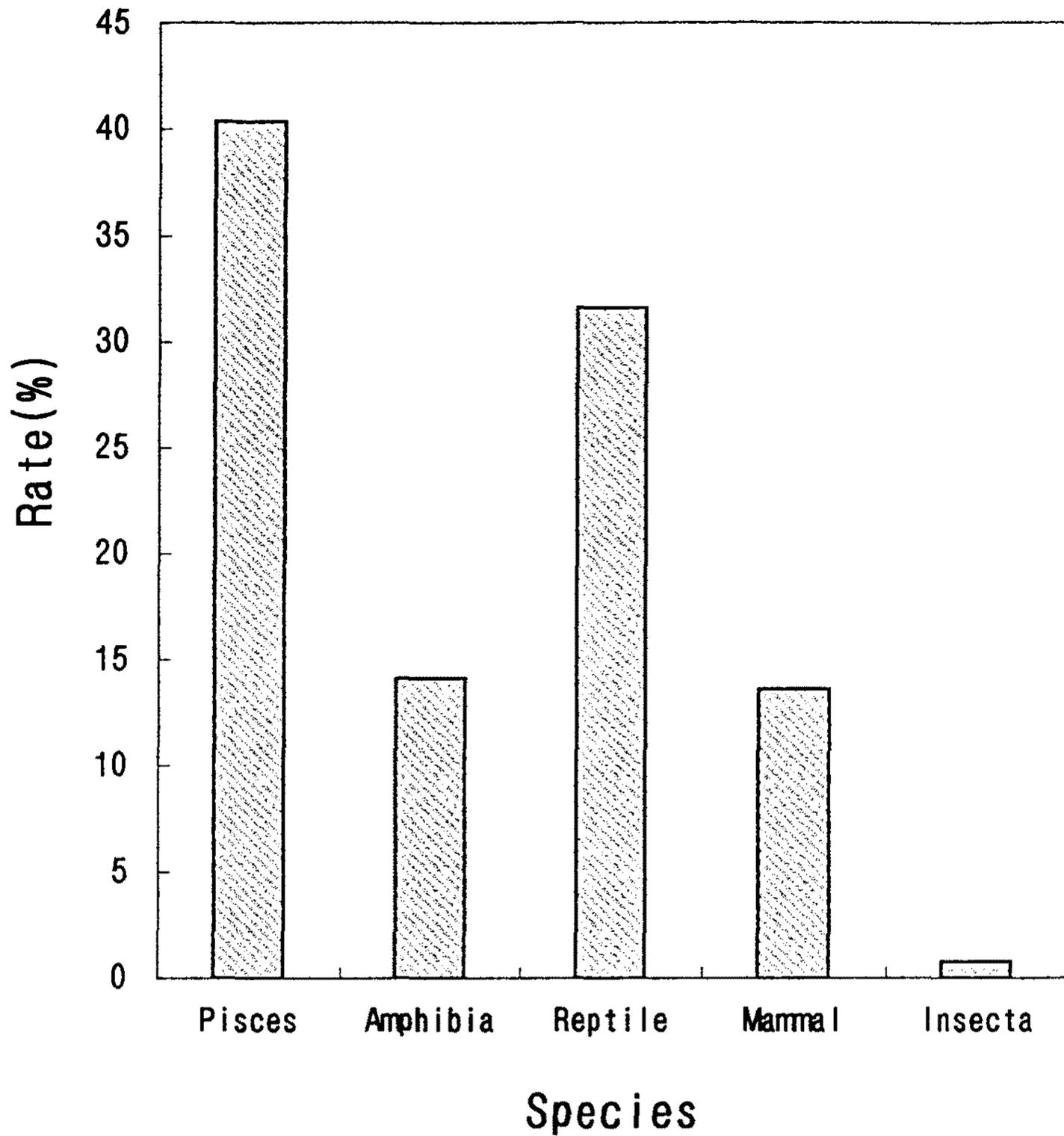


그림 2. 왜가리·백로류의 식이물 조사

기 쉬운 동물성을 식이물로 이용하나 주변에 마땅한 채식장소가 없을 경우 상당한 먼 거리(약 50Km이상)까지 비상하여 먹이를 구한다. 그 동안 백로·왜가리류들의 식이물로 확인된 종은 붕어 *Carassius carassius*, 잉어 *Cyprinus carpio*, 미꾸라지 *Misgurnus anguillicaudatus* 등 어류 8종, 참개구리 *Rana nigromaculata*, 황소개구리 *Rana catesbeiana*, 북방산개구

리 *Rana temporaria dybowskii* 등 양서류 3종, 유혈목이 *Natrix tigrina lateralis*, 도마뱀 *Leiopisma laterale laterale* 등 파충류 5종 그리고 갈밭쥐 *Microtus fortis pelliceus*, 등줄쥐 *Apodemus agrarius* 등 포유류 4종과 기타 방아깨비 *Acrida lata*, 풀무치류 등 5종 의 곤충류도 관찰되었다(표 20, 그림 2).

제 8절 텃새구역에 따른 행동 조사

대부분의 백로·왜가리류는 서로 같이 서식 하면서 번식하나 경기도 여주의 경우는 백로류와 왜가리류가 양분하여 번식하고 있었다. 이것은 기존의 번식지에 있는 영소목이 거의 고사 상태에 있으며 백로들이 등우리 틀기에 알맞은 중간의 나뭇가지는 물론 등우리를 가려줄 나뭇잎이 없기 때문인 것으로 사료된다. 야생조류 집단서식지에는 왜가리가 제일 먼저 (2월초) 도래하여 가장 높은 곳에 영소하며, 그 후 3월 초순경에 백로류

<표 21> 성체의 등우리내에서의 행동(n=35)(Mean)

행동구분\월	3월(%)	4월(%)	5월(%)	6월(%)	7월(%)	8월(%)	비고
Standing	0.43	0.51	3.50	1.05	0.10	0.01	
Incubation	85.36	79.20	49.40	5.55	0.06	0.00	
Agnostic	1.15	1.21	1.01	2.27	2.10	3.01	
Alert	5.04	5.05	3.13	8.52	5.34	4.35	
Comfort	7.30	5.35	2.32	5.40	1.77	3.30	
Feeding	0.01	3.38	9.41	15.01	7.05	3.25	
Aut of sight	0.21	4.20	29.98	59.00	80.45	85.08	
Others	0.50	1.10	2.25	3.20	3.13	1.00	
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	

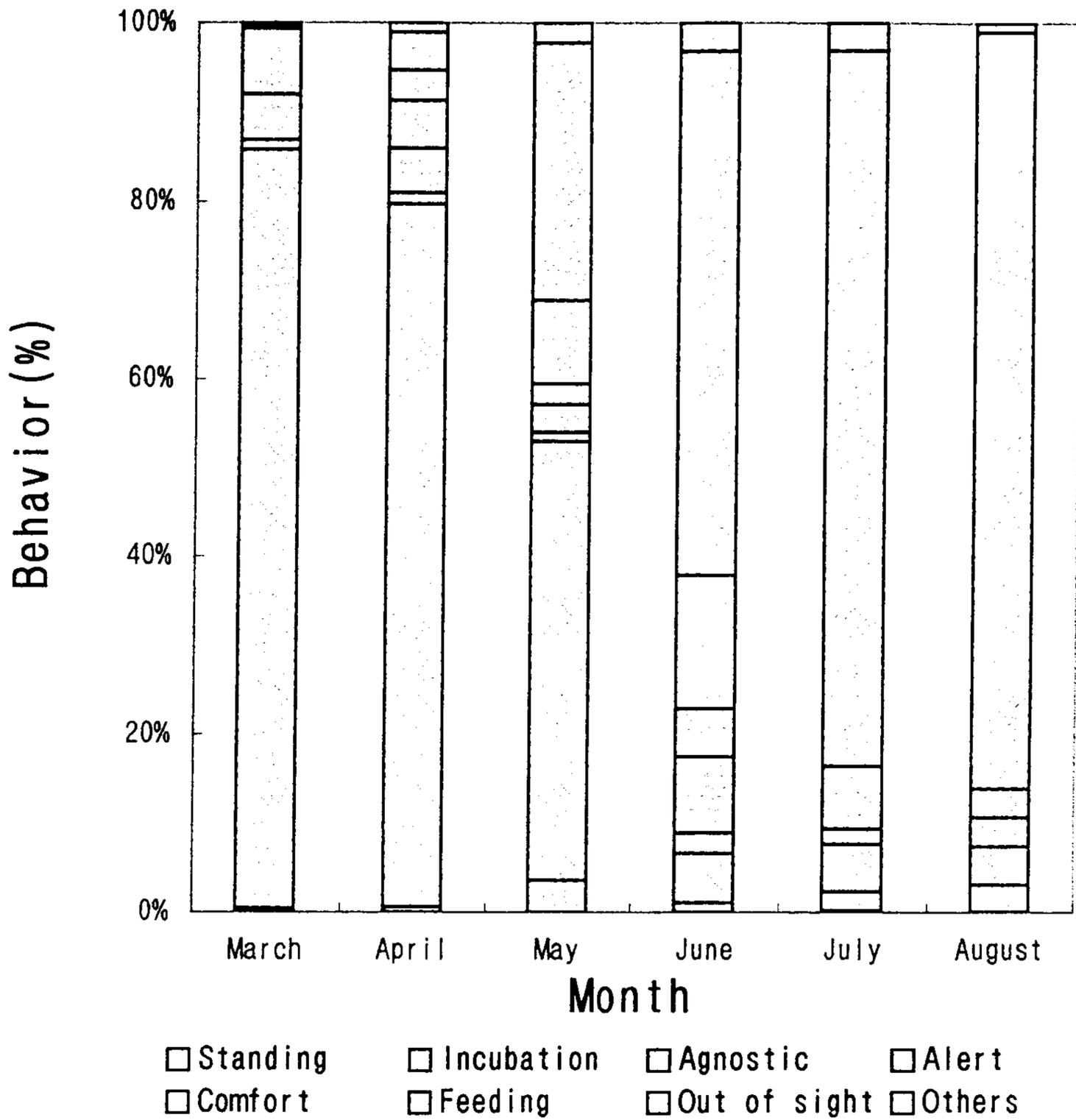


그림 3. 왜가리·백로류의 월별 행동조사.

가 도착하여 그 보다 낮은 숨겨진 가지에 둥우리를 틀고, 해오라기도 그 들 틈에 끼어 번식한다. 또한 왜가리는 숨겨지지 않아도 높은 곳의 나뭇 가지에 둥우리를 틀기를 좋아하나 백로류 및 해오라기는 소나무나 활엽수의

약간 낮은 가지(횡성군 압곡리의 경우 지상에서 약 1~2m정도)에 영소하며 등우리가 줄기나 나뭇잎에 약간 가려지는 것을 선호했다. 천연기념물로 지정된 백로·왜가리 집단 번식지에서 모두가 양호한 영소구역을 확보하기 위하여 심한 종간, 종내 경쟁을 벌이고 있었다. 행동 구분 중 포란 시간으로 할애하는율은 3월과 4월에 각각 85.36% 와 79.20% 를 보인 후 5월은 49.40 %로 보인 후 6월에는 갑자기 낮은 비율로 나타났다. 어 것은 아마도 포란이 이루어지는 시기는 주로 3.월과 4월 임을 알수 있으며 등우리에서 모습을 감추는 시간은 6월 이후,7. 8월로 갈수록 많은 것으로 나타 났다. 기타의 행동 양식에는 큰 차이를 보이지 않았다.그러나 이들 간의 텃새구역은 등우리에서 머리를 쪽 뺀어 서로 닿을 수 없는 정도라면 등우리를 틀고 있었다.

제 9절 환경수용력 조사

농림수산부 통계연보(1961~1973)에 의한 국내 농약사용량을 보면 1965년을 기점으로 1970년대를 거쳐 1979까지 급격한 증가를 보인 후 1988년을 고비로 지금은 현저히 줄어 들고 있는 것으로 나타났다. 따라서 그 당시는 농약 중독으로 희생되는 백로·왜가리류도 번식지 당 평균 10여개체(미발표)로 상당히 많았으나, 본 조사기간에는 번식지내에 농약이나 기타 원인으로 죽은 개체는 왜가리 1개체와 백로류 2개체 등 3개체 뿐이었다. 그러나 채식할 수 있는 공간의 감소로 번식지로부터 50Km이상의 상당히 먼 장소까지 비상하는 경향이 있으므로 그에 따른 활동량 증가로 인한 에너지소비로 더 많은 식이물이 필요할 것이며 번식에도 방해요인으로 작용할 것으로 사료된다.

1. 영소습성(층남 감성)

각 구역에 대한 면적(25m²)당 영소목은 방형구 1개당 상수리나무의 경우 I 구역은 1.0±1.41, II 구역은 2.0±1.58, III 구역은 1.2±1.10으로 나타났다. 소나무의 경우 I 구역은 2.6±2.88, II 구역은 0.4±0.89, III 구역은 1.2±1.79로 나타났으며, 나머지 수종은 III 구역에서 0.2±0.45로 나타났다(표 22).

이것으로 보아 본 조사지역의 영소목은 상수리나무와 소나무가 대부분이었다. 그러나 창원군 동면 주남저수지는 소나무와 아카시아나무 등이었고(유, 1993), 무안군 신안면 용월리는 팽나무, 물버들 등으로 영소목이 다른 것을 알 수 있었다.

표 22. 각 조사지역별 방형구에 따른 영소목의 밀도(n=10)

Site	Tree			
	<i>Quercus acutissima</i>	<i>Pinus densiflora</i>	Other	Total
	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD
I	1.0±1.41	2.6±2.88	-	3.6±1.95
II	2.0±1.58	0.4±0.89	-	2.2±1.30
III	1.2±1.10	1.2±1.79	0.2±0.45	2.6±0.89

영소목에 대한 등우리는 상수리나무에서는 왜가리 8.6±5.39, 중대백로 4.8±3.03, 황로 4.0±1.41, 해오라기 2.5±2.12였고, 소나무에서는 쇠백로 4.0±2.76, 중백로 2.0±1.00, 중대백로 2.0±1.41, 황로 2.0±1.41, 해오라기 2.67±1.15이였으며 왜가리는 등우리를 만들지 않았다. 이것은 아마도 높

은 곳에 등우리틀기를 좋아하는 왜가리에게 이곳의 소나무는 높지 않기 때문인 것으로 사료된다(표 23).

표 23. 영소목에 따른 각 종별 등우리 밀도(n=20)

Species	Tree	
	<i>Quercus acutissima</i>	<i>Pinus densiflora</i>
	Mean ± SD	Mean ± SD
<i>A. cinerea</i>	8.6 ± 5.39	-
<i>E. gaztta</i>	-	4.0 ± 2.76
<i>E. intermedia</i>	-	2.0 ± 1.00
<i>E. alba modesta</i>	4.8 ± 3.03	1.5 ± 1.38
<i>B. ibis</i>	4.0 ± 1.41	2.0 ± 1.41
<i>N. nycticorax</i>	2.5 ± 2.12	2.7 ± 1.15

표 24. 영소목의 높이, 등우리 높이 및 흉고직경의 측정(n=20)

Species	Parameter (Mean ± SD)		
	HON(cm)	HOT(cm)	DBH(cm)
<i>P. densiflora</i>	913.91 ± 273.24	1040.42 ± 43.08	21.47 ± 4.53
<i>Q. acutissima</i>	820.11 ± 216.83	979.80 ± 389.33	31.83 ± 4.95
Total	849.15 ± 241.07	1010.11 ± 410.75	26.65 ± 7.03

HON: Height of nest
 HOT: Height of tree
 DBH: Diameter at breast

영소목 중에서 왜가리는 상수리나무에만 등우리를 만들었고, 중대백로, 황로, 해오라기는 수종에 관계없이 등우리를 만들었다. 이것은 왜가리의 도래시기가 다른 백로류보다 빠르기 때문에 등우리를 만들기에 좋은 상수리나무를 선호했고, 늦게 도래한 백로류들 중 소형조류인 쇠백로와 중백로는 소나무에만 만들었고 나머지 종들은 영소목을 가리지 않고 등우리를 만들었다.

수종별 나무와 등우리의 높이와 흉고직경(DBH)을 측정한 결과 소나무가 나무의 높이와 등우리의 높이에서 각각 $1040.42 \pm 439.08\text{cm}$, $913.91 \pm 273.24\text{cm}$ 로 상수리나무보다 높게 나타났지만, 흉고직경(DBH)은 상수리나무가 $31.83 \pm 4.53\text{cm}$ 로 크게 나타났다. 그리고 나무와 등우리의 높이에서 그 차이가 150cm 이내인 것으로 대부분이 나무의 수관부에 등우리를 만드는 것을 알 수가 있었다(표 24).

제 10절 인공생태계조성을 위한 복원 법 개발

현재 왜가리 번식지가 사라질 운명에 처해있으며 충북 진천과 경기도 여주의 백로·왜가리 번식지와 비슷한 은행나무 고사목에서 영소하고 있는 충남 공주군 이인면의 왜가리 도래지에서 인공소대(건축용 지지목)를 설치하여 등우리를 틀게하는 실험을 계획하고 있다. 현지에서의 조사결과 왜가리의 경우는 높은 위치를 좋아하므로 인공소대를 일정한 높이까지 설치하면 번식지 유치가 가능할 것으로 사료된다. 본 인공소대 설치 는 왜가리나 백로류가 완전히 월동지로 이주한 12월이후에 설치할 예정이다. 본 인공소대 설치에 따른 실험은 '96년도에 왜가리가 번식장소로 활용하는 결과를 참고하여 인공소대를 이용한 인공생태계 조성의 가능성을 알아보고자 한다. 야생조류집단 번식지내의 고사한 영소목 대응으로 건축용 지지목, 전봇대 형태의 시멘트지지목 또는 철탑 등을 이용한 인공소대를 설치하여 생태계의 복원이 가능하리라 생각된다.

제 4 장 기대되는 성과

제 1절 기술적인 측면

- * 조류의 집단번식에 의해 파괴된 삼림의 복원기술 습득이 가능하다.
- * 파괴된 삼림의 복원에 관한 기초적인 기술이 축적된다.
- * 인공 생태계의 조성에 따른 야생 조류 집단 서식지의 관리 기술이 개발된다.

제 2절 경제적 측면

- * 삼림생태계의 복원을 통한 산림자원을 얻을 수 있다.
- * 자연 경관으로부터 관광자원 및 레크레이션 자원을 얻을 수 있다.
- * 생물의 종다양성 보존으로 미래의 생명산업에 선택의 기회를 제공한다.
- * 삼림의 2차적인 기능을 확대시킬 수 있다.

제 3절 파급효과

- * 산림 및 야생동물 보호운동이 주민들 및 일반인들에게 파급될 수 있다.
- * 부영양화된 산림 토양에 실생을 통한 삼림생태계복원 운동이 파급될 수 있다.
- * 다른 유사한 조건에 처한 생태계도 인공생태계 조성을 통한 보존운

동이 파급될 전망이다.

- * 자연학습원의 이용으로 학생들에게 환경보존 운동의 파급효과를 얻을 수 있다.

제 5 장 연구개발성과에 대한 활용(실용화)방안

- * 자연보호 및 생물 다양성 보존에 기여할 수 있다.
- * 유사한 조수류의 집단서식에 의한 식생파괴에 대한 보존 대책으로 활용될 수 있다.
- * 각 지역별 자연 학습원으로 활용할 수 있다.
- * 자연 생태계 보존을 통한 지역 관광 자원으로 활용할 수 있다.

제 1절 기술적 측면

- * 백로·왜가리 집단 번식지내의 번식실태를 파악하여 종다양성 측면에서 조류 보호대책을 세울 수 있는 자료를 제공한다.
- * 번식지내에서 종 상호간의 세력권 관계를 파악함으로써 조류상호간의 생존전략에 대한 정보로 활용할 수 있다.
- * 번식하고 있는 수종의 생육실태와 배설물과의 관계를 조사한 자료를 이용하여 유사한 지역에서의 삼림생태계의 보존자료로 활용할 수 있다.
- * 집단 번식지내의 주요 수종의 종자 발아 및 실생의 성장실험을 통해 산림생태계 복원계획에 활용할 수 있다.
- * 삼림토양의 변화를 비번식지 삼림토양과 비교하여 집단 서식지의 토양 환경을 개선하여 삼림의 자연 복원을 할 수 있는 기술을 개발한다.

- * 배설물에 강한 수종을 식재하여 지속적인 야생 조류 번식지로서의 항상성을 유지할 수 있도록 활용한다.
- * 번식지내에 인공 생태계의 조성을 통한 조류의 번식지 및 수목을 보호 하는데 활용한다.

제 2절 경제적 측면

- * 천연기념물로 지정된 자연 문화 유산을 후세에게 전할 수 있으며 생물의 종다양성을 보존할 수 있다.
- * 삼림 식생을 보호함에 따른 녹지조성 효과, 자연경관 보존효과 등 직접적으로 중요한 경제적인 가치를 얻을 수 있다.
- * 조류 배설물에 의한 부영양화에 따른 자연림의 재생 및 복원에 관한 자료로 활용할 수 있다.

제 3절 사회적 측면

- * 국제적인 종다양성 협약의 준수를 통한 국제적인 신뢰를 획득할 수 있다.
- * 산업화로 인한 메마른 현대인들에게 정서 함양에도 기여한다.
- * 야생 동물의 집단 서식지 보호를 통해 자연보호에 기여할 수 있으며, 문화 민족으로서의 긍지를 느낄 수 있다.

제 4절 학술적인 측면

- * 삼림 토양의 부영양화에 따른 삼림 재생력 저하에 관한 구체적인 학술자료를 얻을 수 있다.
- * 대응기술을 개발하여 자연적인 삼림의 부영양화가 진행되고 있는 현 시점에서 임학이나 생태학에 기초 자료로 활용할 수 있다.
- * 사라져가는 조류의 집단 서식지의 복원사업을 통해 유사한 다른 환경의 복원사업에 적용할 수 있다.

제 5절 교육적 측면

- * 현장 학습을 위한 견학 장소로 이용할 수 있다.
- * 여가선용 및 탐조활동을 위한 장소로 이용한다.
- * 자연보호 의식을 고취시킬 수 있다.

제 6절 기초연구 측면

미국, 유럽 등지에서는 자연에서 사라지는 번식지를 인공적으로 소대를 설치하여 성공한 경우가 많이 있다. 또한 중국이나 구 소련 등지에서도 황새의 인공소대를 설치하여 조류보호 및 산림의 보호에 기여하고 있다. 또한 최근에는 현재 진행되고 있는 삼림의 쇠퇴 현상을 토양의 부영양화 연관시켜 조사한 연구 결과가 많이 있다(Jakucs 1984, 1985, 1987). 또한 벌목 후에 진행되는 삼림의 재생에 관한 연구(Minore 1981, Uhl 1981), 종자의 발아 및 사망률에 관한 연구(Hill and Stevens 1981, Nakagoshi *et al.* 1983, McGraw 1980, Thompson 1978), 실생의 보충이

나 동태에 관한 연구(Bond *et al.* 1984, Bradstock and Myerscongh 1981, Sheldon 1974, Summerfield 1973) 등이 있지만 야생 동물, 특히 백로·왜가리 등의 집단 서식지의 배설물로 인한 삼림 토양의 부영양화와 삼림의 파괴 및 복원에 관한 연구는 거의 없는 실정이다. 그러나 종자 발아, 실생의 보충과 동태, 삼림의 재생 등에 관하여 발표된 기초 연구 결과는 본 연구에서 활용할 수 있을 것으로 사료된다.

제 5 장 참고문헌

- Allen, S.E., H.M. Grimshaw, J.A. Parkinson and C. Quarmby. 1974. Chemical analysis of ecological materials. Blackwell Sci. Pub., Oxford. 565p.
- Bell, N. 1994. The ecological effects of increased aerial deposition of nitrogen. Ecological Issues No. 5. British Ecological Society.
- Bradsley, C.E. and J.D. Lancaster. 1960. Determination of reserve sulfur and soluble sulfates in soils. Soil Sci. Soc. Proc. 24:265-268.
- Carrp, S. and K. E. L. Simmons, 1977. The bird of the western Palearctic, Vol. 1. Oxford University Press, UK pp. 262-269
- Crocker, R.L. and B.A. Dickson. 1956. Soil development on the recessional moraines of the Herbert and Mendenhall Glaciers, south-eastern Alaska. J. Ecol. 44:169-185.
- Crocker, R.L. and J. Major. 1955. Soil development in relation to vegetation and surface age at Glacier Bay, Alaska. J. Ecol. 43:427-448.
- Fowler, D., J.N. Cape and M.H. Unsworth. 1989. Deposition of atmospheric pollutants on forests. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B,324:247-265.
- Howard, R. and A. Moore, 1980. A complete checklist of the Birds of the World, Oxford University Press. Oxford. 62-67.
- Jakucs, P. 1991. Eutrophication in forest ecosystems. *In* G. Esser and D. Overdieck (eds.), Modern ecology: basic and applied aspects. Elsevier, New York. pp.571-578.

- Kahl, M. P. Jr., Mortality of common Egrets and Other Herons, the Auk, 80 ; 295-300
- Nagy, M. and J. Nagy. 1981. Diversity of herb layer of black locust forest. Acta Biol. Debrecina 18:15-20. Press, M.C., S.J. Woodin and J.A. Lee. 1986. The potential importance of an increased atmospheric nitrogen supply to the growth of ombrotrophic Sphagnum species. New Phytol. 103:45-55.
- Pyo, J.H. 1994. Changes of physico-chemical properties of forest soil by acidic deposition in the vicinity of industrial complex. Master Thesis of Kongju Natl. Univ. 23p.
- Wellburn, A.R. 1990. Why are atmospheric oxides of nitrogen usually phytotoxic and not alternative fertilizers? New Phytol. 115:395-429.
- Wilde, S.A., R.B. Corey, J.G. Iyer and G.K. Voigt. 1979. Soil and plant analysis for tree culture. Oxford and IBH Publishing, New Delhi. 224p.
- 김상만, 1987. 중대백로 *Egretta alba modesta*의 번식생태에 관한 연구, 경남대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 大内 準, 1935. 忠清南都의 鷺, 朝鮮博物教員會誌. 第4號別刷.
- 성기의, 1979. 백로·왜가리의 서식실태, 자연보호, 5 ; 59-64.
- 원병오, 1984. 한국의 새 천연기념물, 범양사출판부, 109-119.
- 유재평, 1993. 한국에 도래하는 해오라기 *Nycticorax nycticorax*의 번식생태에 관한 연구, 경남대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 임업시험장, 1969. 한국조류분포목록, 한국시험연구자료, 6 ; 10-12.
- 임업시험장, 1980. 야생동물실태조사, 산림청 임업시험장 연구보고, 11 ; 48-50.

조삼래, 1990. 한국의 흑두루미 *Grus monacha* Temminck의 월동생태에
관한 연구, 경희대학교 대학원 박사학위논문.

함규황, 1985. 죽림내의 쇠백로 *Egretta garzetta* 집단의 취면활동의 관찰,
경남대학교 논문집, 12 ; 365-377

부록 1

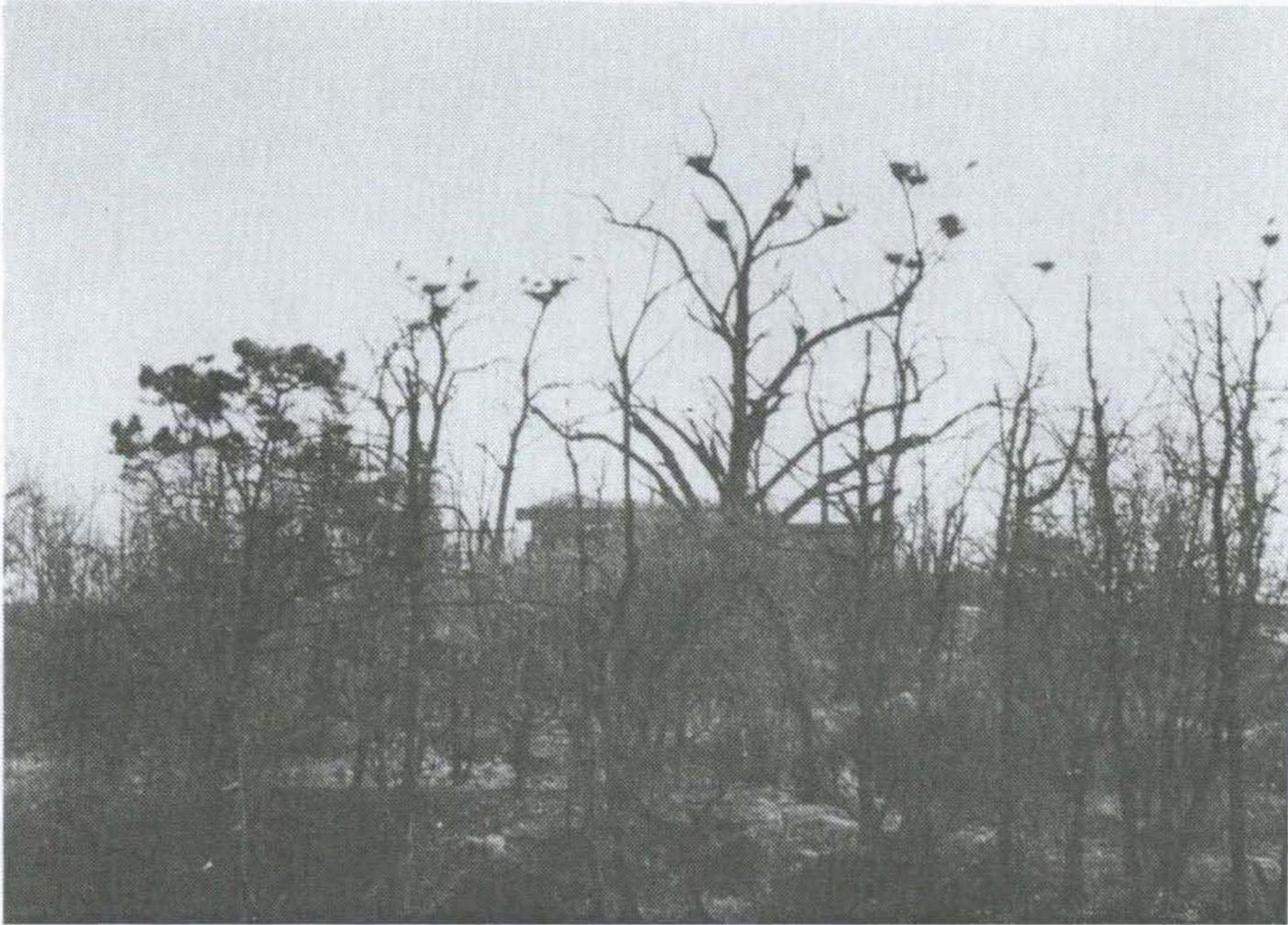


(A) 충북 진천 鷲도래지에서 새로 이주한 왜가리 영소목(은행나무)



(B) 충북 진천의 원 번식지인 은행나무의 고사상태

부록 2



(A) 경기도 여주군 신접리의 도래지에서의 원 서식지 모습

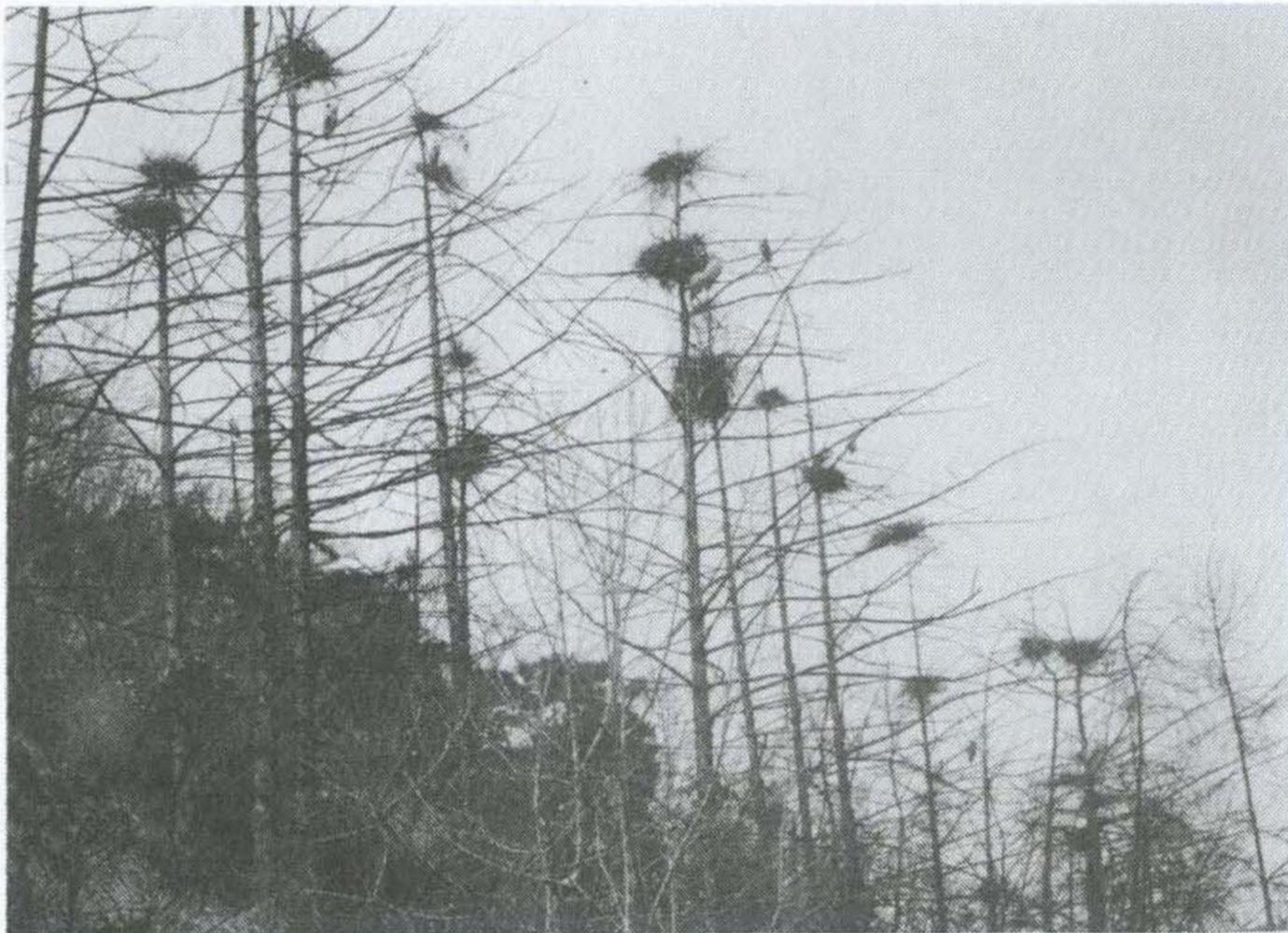


(B) 원 서식지에서 고사한 은행나무

부록 3



(A) 텃새구역을 나누어 사용하는 왜가리들



(B) 강원도 횡성 뿔도래지의 영소목인 앞갈나무의 고사상태

부록 4



(A) 강원도 양양 도래지에서 백로·왜가리가 혼서하면서 번식하는 모습

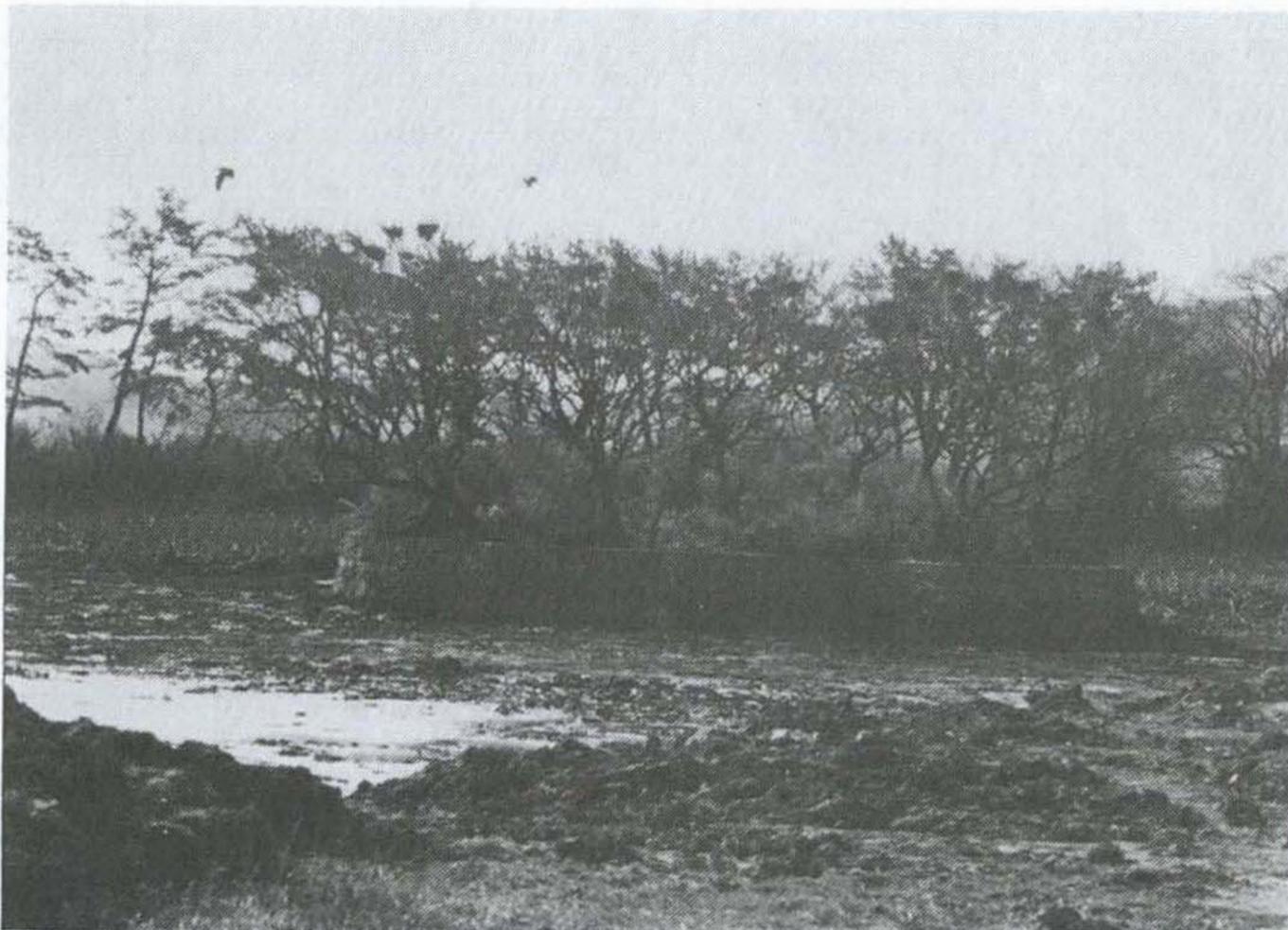


(B) 경기도 여주 신접리 도래지(새로이 이주한 백로들의 번식으로 영소목인 리기다송의 고사

부록 5



(A) 전남 무안의 도래지(약 40여년전에 저수지 중앙의 번식지로부터 옮겨
간 현재의 번식지 전경

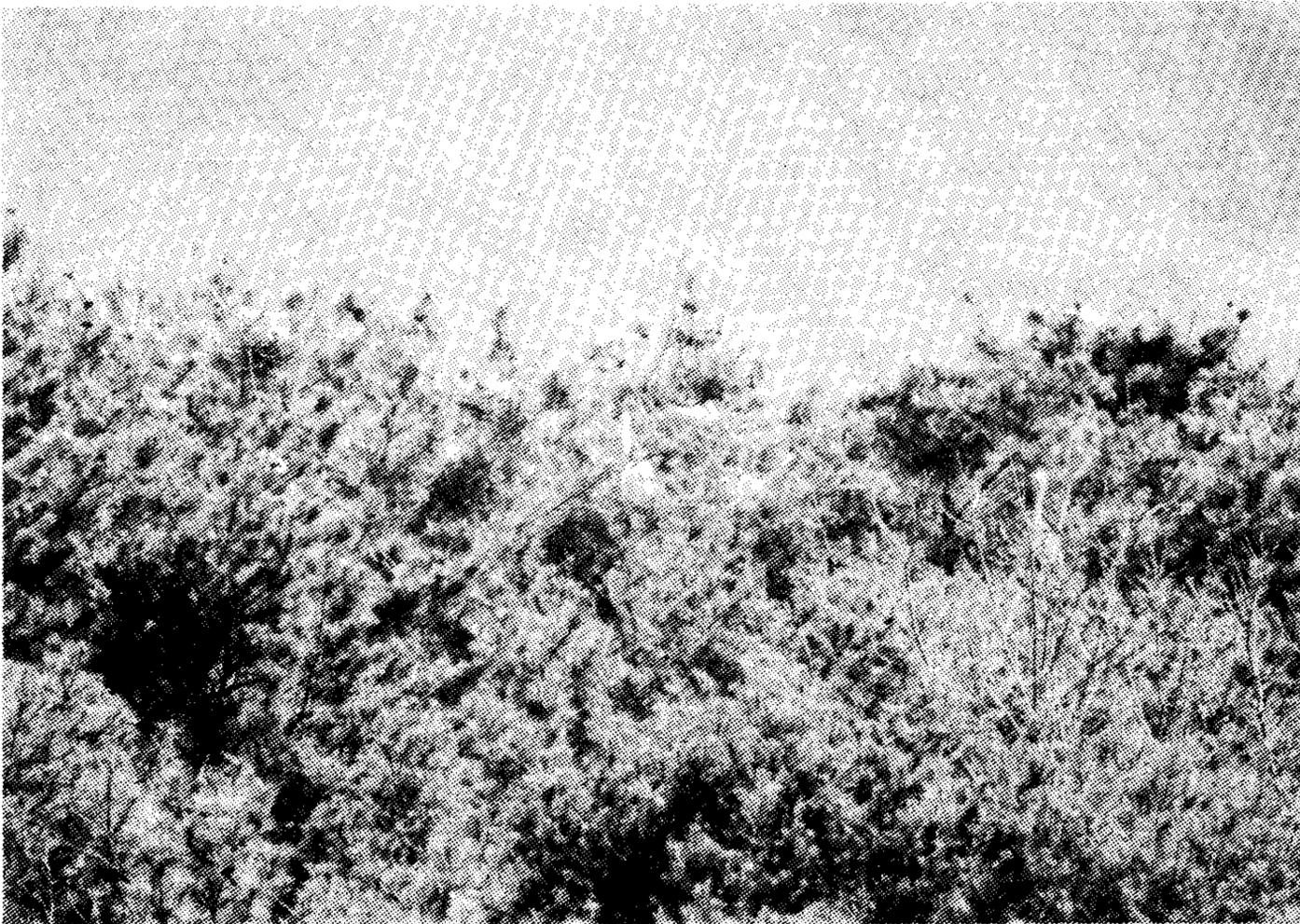


(B) 전남 무안의 도래지(원 서식지였던 용암저수지내의 번식지)

부록 6



(A) 경남 통영의 도래지(현재는 번식지를 다른 곳으로 옮겼다)



(B) 새로이 번식지로된 통영 하수종말처리장 입구의 야산

부록 7



(A) 통영 하수종말처리장 앞 해상의 백로·왜가리 번식지



(B) 통영 하수종말처리장 앞 해상에서 왜가리가 번식하고 있는 독립된 섬

부록 8

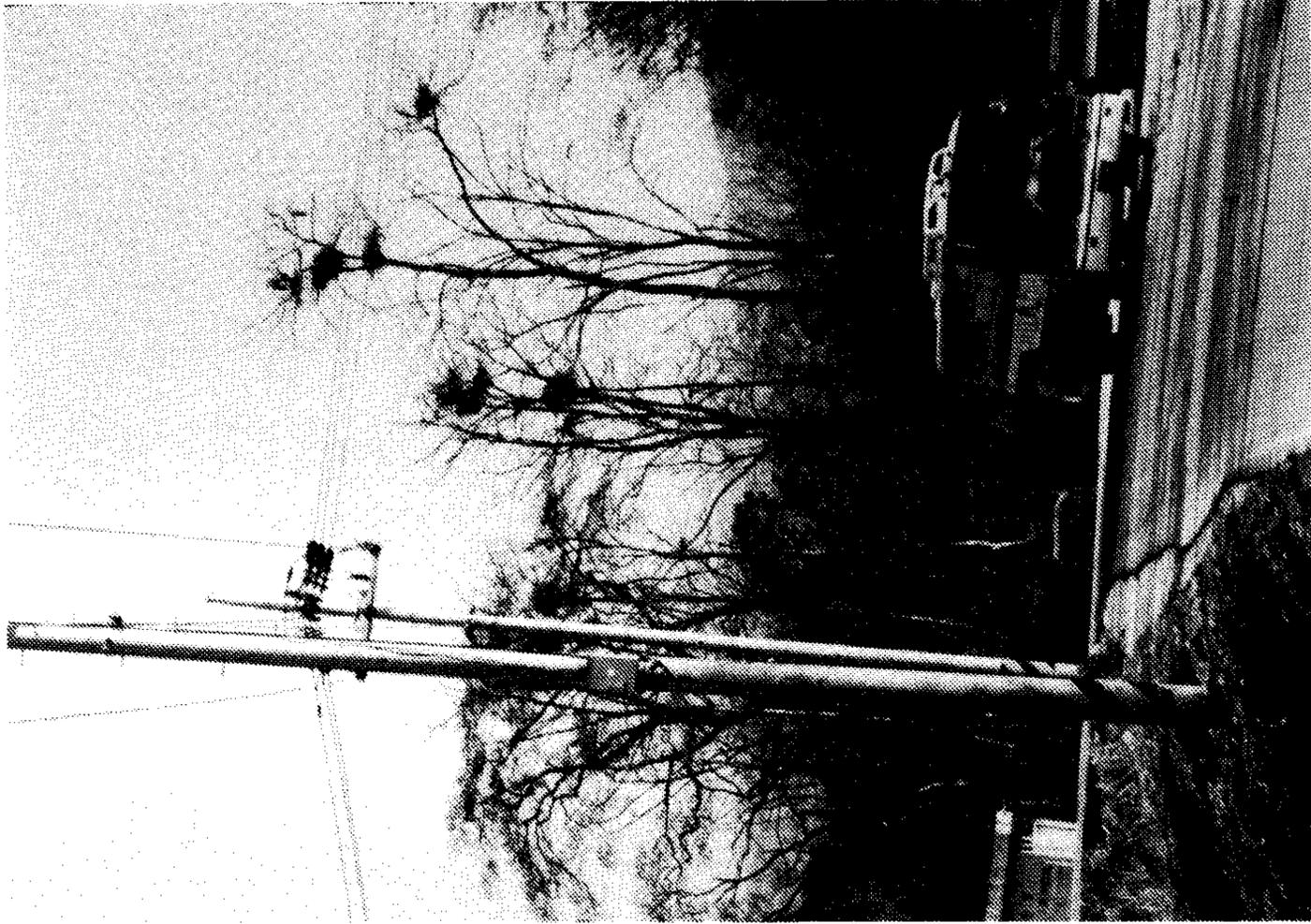


(A) 경기도 여주 신접리의 도래지(민가와 인접한 옆에 위치하며 영소목인 은행나무가 고사상태에 있음)

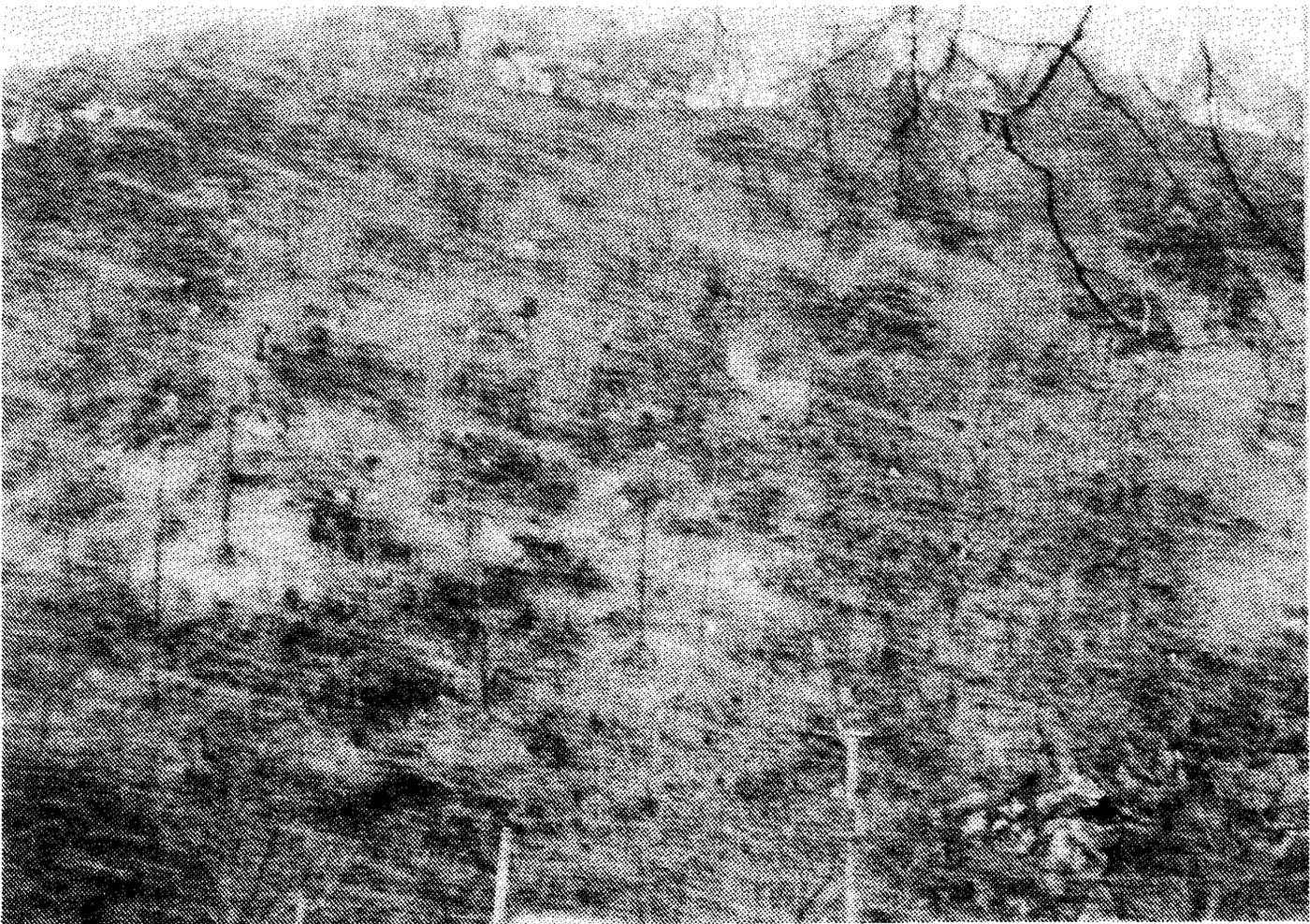


(B) 충북 진천의 도래지(새로이 영소목으로 이동된 감나무)

부록 9



(A) 경기도 여주의 도래지(도로에 이웃한 아카시아나무를 영소목으로 이용하고 있다)



(B) 강원도 횡성의 도래지(도래지의 산림식생의 관목림이 거의 파괴되었으며 토양은 부영양화되어 있음)

부록 10



(A) 공주 이인의 도래지(인공소대설치에 의한 번식지 유도 실험 중)



(B) 공주 이인의 도래지(수백년전부터 백로·왜가리 수백마리가 번식하였으나 현재는 1쌍만이 명맥을 유지하고 있음)