

임상도 작성시 정밀 영급분석기법 연구

김 정 호

동문건설(주) 기술연구소

(2008년 2월 18일 접수; 2008년 3월 20일 채택)

Analysis Methology of Detailed Stand Age Classes in Forest Type Map

Jeong-Ho Kim

Research Institute, Dongmoon Construction, Seoul 150-744, Korea

(Manuscript received 18 February, 2008; accepted 20 March, 2008)

Abstract

The purpose of the study is to find the problems related to the current state of the stand age classes and the method of calculating it defined in the existing forest type map and propose the more accurate method of calculating the stand age classes. The object for the study was selected as the forest scattered around the Geesan village Paju city in Kyunggi province. For the accurate method of calculating the stand age classes, such items as, the type of actual vegetation, establishment of grid-type standard area scaled down at the level of the 5% of the actual area, the types, number, DBH and age of tree found by the plots, were investigated. It was found out actual vegetation was divided into the total 24 types and the 20 types of them belonged to the growing tree areas. As the plots, the 125 places(unit area: 400 m²) were established. the types of the trees found were distributed in the range where the minimum was 1 type, the maximum was 9, the mean was 4.4±1.5, and the mode was 4 types. The number of the trees found was distributed in the range where the minimum was 17, the maximum was 125, the mean was 4.4±1.5, and the mode was 70. In the DBH, the minimum was 6 cm, the maximum was 30 cm, the mean was 13 cm and the mode was 10 cm. As the result of measuring the age of the 5 trees corresponding to the value of the mode in DBH, selected among the dominant species by the plots, less than 20 years was 17 places, the 115 places were included in the range from 21 to 30 years, and more than 31 years was the 6 places.

Key Words : Actual vegetation, DBH, Age of tree, Mode

1. 서 론

우리나라 산림의 면적은 전국토 대비 64.2%에 해당하며 산림면적 중 침엽수림이 42.2%, 활엽수림이 26.0%, 혼합림이 29.3%를 차지하고 있다. 영급별로

는 3영급미만이 산림면적중 62%이다¹⁾. 영급은 산림 내 입목의 수령을 표시한 등급으로 총 6개 등급으로 구분하며 하나의 등급은 10년 단위로 구분하고 있으며 임상도상에 기록되어 있다.

임상도(Forest type map)란 항공사진에서 임상, 주요수종, 경급, 영급, 소밀도 등 임황자료를 판독하여 임지에 대한 소관별, 임종별로 축척 1:25,000 지형도에 작성한 도면이다. 임상도는 주요 수종구성

Corresponding Author : Jeong-Ho Kim, Research Institute,
Dongmoon Construction, Seoul 150-744, Korea
Phone: +82-2-780-9067
E-mail: hoyal209@chol.com

약 12종류 및 미입목지 5종류로 구분된 임상을 기준으로 4등급의 경급, 6등급의 영급, 3등급의 소밀도 등의 산림에 대한 기본적인 속성자료(attribute data)와 임상구분의 지형자료(topological data)를 포함하고 있다²⁾.

임상도의 작성연혁 및 실적을 살펴보면 제1차 전국산림실태조사(1972~1974년)동안 임상도 783매가 등고선이 없는 평면도에 작성되었고 제2차 전국산림자원조사(1978~1980년)동안 752매, 제3차 전국산림자원조사(1986~1992년) 기간 동안 742매가 각각 제작되었다. 이후 제4차 전국산림자원조사(1996~2002)동안 강원, 경북, 경남, 전남 지역의 임상도 제작이 완료되었다³⁾.

산림지역의 개발과 보전의 기준으로 흔히 활용되는 기준이 녹지자연도와 더불어 임상도상에서 제시하고 있는 영급인데, 녹지자연도의 경우 등급산정 문제점 및 개선방안에 대한 연구가 많이 이루어졌으나^{4~8)}, 영급에 대한 문제점 및 개선방안에 대한 연구는 매우 미진한 상태이다⁹⁾. 최근 임상도의 개선작업이 이루어지고 있으나³⁾, 이는 기존 데이터를 수치화하여 활용도를 높이는데 그 의의가 있으며^{2,10)} 임상도상 속성데이터의 정확도 개선대책은 마련되고 있지 않다. 특히 소규모 개발지역내 임상도(영급)의 정확성은 매우 낮다.

토지의 적성평가에 관한 지침¹¹⁾에서는 보전대상 지역 판정기준을 자연보전, 수질보전, 계획보전의 3개 부문으로 구분하고 있으며 이중 자연보전부문에서는 생태자연도와 임상도(영급)을 기준자료로 활용하고 있다. 생태자연도는 1등급 및 별도관리지역을, 임상도(영급)은 4영급이상인 지역을 보전지역으로 구분하고 있다. 임상도상 4영급지역은 「입목지로서 수령 31~40년생의 입목의 수관점유 비율이 50% 이상인 임분」¹²⁾으로 개발과 보전의 기준으로 그 활용도가 매우 높으나, 정확도가 낮아 분쟁의 소지가 큰 상태이다.

조사대상지인 파주시 광탄면 기산리 일원의 경우 과거 무분별한 산림벌채 등으로 많은 자연림이 훼손된 후 형성된 이차림지역이며 아울러 1983년부터 잣나무, 일본잎갈나무, 밤나무 등이 조림되어 산림치산녹화사업이 진행된 지역이다. 조림시기를 미루어보았을 때 자연림지역도 같은 시기에 형성되었을

것으로 판단되었다.

2005년도 국립산림과학원 발간 임상도에 의하면 대상지 일원이 활엽수 4영급과 침활혼효림 3영급지역으로 구분되어 있으나, 본 지역은 21~30년생(3영급)의 숲으로 예측되었다. 기존 임상도는 항공사진에 크게 의존하여 임상, 경급, 영급을 분석하므로 정밀한 현장조사를 통해 대상지의 정확한 영급산정이 필요한 것으로 사료되었다.

본 연구는 기존 임상도에서 제시되고 있는 영급산정의 문제점을 제시하고 정밀 영급산정의 기법을 마련하고자 하였다. 아울러 조사된 정밀 영급을 바탕으로 산림지역의 용도지역 변경의 근거자료 등에 활용할 수 있는 기초자료 제공에 그 목적이 있다.

2. 재료 및 방법

2.1. 표준지 선정 및 설치

연구대상지는 경기도 파주시 광탄면 기산리 일원에 위치하며 면적은 1,004,149 m²이다. 지목별 현황을 보면, 임야가 전체의 97.65%인 980,575 m²를 차지하고, 밭이 1.30%인 13,085 m², 논이 0.63%인 6,352 m²를 차지한다. 영급분석은 임야지역만을 대상으로 하였다.

표준지는 전국산림자원조사방법¹²⁾에 근거하여 평면직각좌표 교점을 대상으로 설정하였으며 대상지 면적의 5% 수준을 만족시키기 위해 조사대상지를 90 m 격자로 구분하고 해당교점에 표준지를 배치하여 이를 GPS 좌표화하였다. 표준지는 20 m×20 m(400 m²)를 기본으로 하여 경사도를 고려하여 크기를 배치하였고 표준지의 크기는 400 m²으로 설정하였다. 표준지는 줄자를 활용하여 구획한 후 표시 가능한 끈을 활용하여 대상지에 표시하였으며 GPS로 기록하였다. 현장조사는 2007년 11~12월(2개월)에 실시하였다.

2.2. 식생조사

현존식생은 교목층 식생상관을 중심으로 1/5,000 축척의 수치지형도를 이용하여 작성하였다. 흉고직경(이하 경급) 조사는 전국산림자원조사¹²⁾에서 규정하는 흉고직경 6 cm 이상의 모든 수목에 대하여 실시하였다. 경급구분은 흉고직경자를 활용하여 높이 1.2 m 부분에서 측정하였다. 아울러 경급별 개체

수를 조사하였으며 표준지별 출현수종(우점종)을 분석하였다.

수령분석은 천연림(자연림)지역과 인공림지역으로 구분하여 실시하였다. 천연림지역은 각 표준지별 우세 및 준우세목 중 최빈값을 나타내는 경급 중 5분을 선정하여 지상 1.2 m되는 높이에서 생장추를 이용하여 core를 채취하였다. 또한 가능한 정확한 수령 파악을 위하여 수(pith)를 관통하도록 하였다. 인공조림지역은 파주시청 공원녹지과 문서를 참조하여 해당 임지의 조림대장을 활용하였다. 수령 측정에 앞서 정확한 생육년도를 부여하기 위하여 크로스데이팅(cross-dating)을 실시하였으며¹³⁾ 각 지역별 주요 수종에서 생장추를 활용하여 뽑아낸 목편에서 실내에서 수작업 및 컴퓨터를 활용하여 연륜수를 조사하여 수령을 조사하였고 이를 데이터화하였다.

2.3. 정밀영급 산정

임상도 제작시 영급산정은 항공사진상 수종별 수고대비표를 활용하여 작성하나^{3,14)}, 본 연구에서는 정밀한 영급 산정을 위해 모든 표준지별 수령을 분

석하고 이를 기초로 국립산림과학원¹²⁾ 영급산정기준을 토대로 표준지별 영급과 대상지 전체 영급을 산정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 기존 임상도 및 영급 작성 문제점 분석

우리나라에 있어서 항공사진의 임업분야 활용은 1960년대초부터 임상구분에 적용되었으며 이후 1971년부터 1974년 동안 임업용 항공사진이 촬영되어 산림자원 조사에 일대 전환점을 맞이하게 되었다. 김갑덕 등은 항공사진을 활용하여 임상구분, 산지이용구분 조사 등에 활용하였다¹⁴⁾. 그러나 항공사진은 실제 식생의 현황을 정확히 구분할 수 없으므로 침엽수 조림지 구분 및 단순한 토지이용 분류에는 정확하지만, 산림식생 구분 등의 생태적 속성을 정확히 구분하는 것은 불가능하다³⁾.

임상도의 데이터 활용도를 높이기 위해 산림청 임업연구원에서는 1994년부터 산림자원 정보화사업의 하나로 제3차 전국산림자원조사에 의해 제작된 임상도를 속성자료와 함께 전산화하여 수치지도

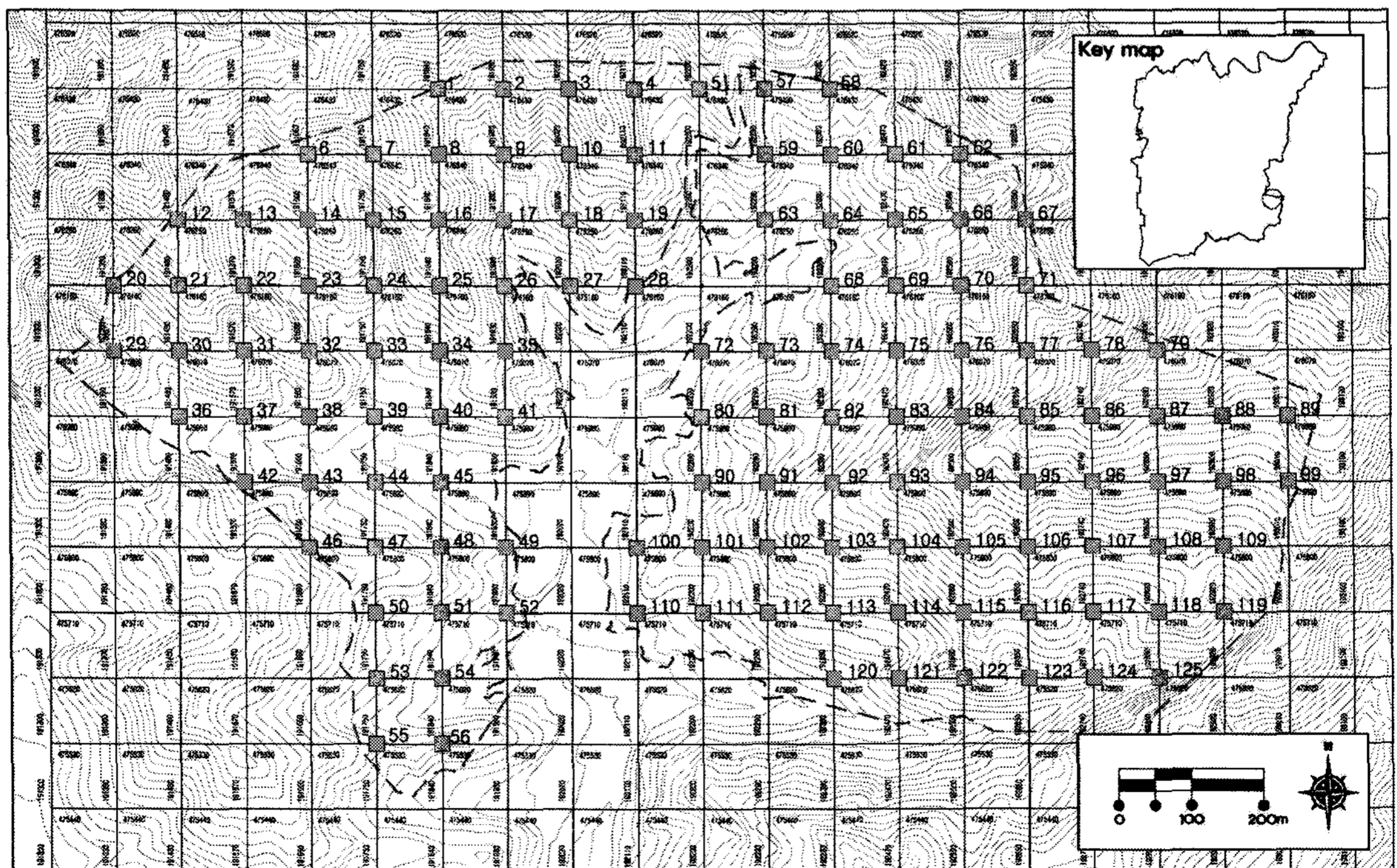


Fig. 1. Location map of survey plots.

Table 1. The standard of dividing Stand Age Classes

Stand age classes	Standard
1	Forest with more than 50% in crown occupation ratio of standing trees with age of 1~10 years as standing tree area
2	Forest with more than 50% in crown occupation ratio of standing trees with age of 11~20 years as standing tree area
3	Forest with more than 50% in crown occupation ratio of standing trees with age of 21~30 years as standing tree area
4	Forest with more than 50% in crown occupation ratio of standing trees with age of 31~40 years as standing tree area
5	Forest with more than 50% in crown occupation ratio of standing trees with age of 41~50 years as standing tree area
6	Forest with more than 50% in crown occupation ratio of standing trees with age of more than 51 years as standing tree area

로 제작하였다. 수치임상도는 축적 1:25,000 도엽단위로 제작되며 모든 임분의 위치를 벡터(vector) 형식의 도형자료로 입력하였고 수종, 경급, 영급, 소밀도의 속성자료를 각 임분에 연결하여 입력되어진 GIS 공간자료이다. 그러나 수치임상도의 경우에도 기존 항공사진에 의해 판독된 임황자료를 그대로 GIS 공간자료로 변형한 것이므로 정밀한 속성자료 개선에는 한계가 있다^{2,15)}. 특히 항공사진 판독시 침엽수, 활엽수와 같은 대분류는 가능하지만 같은 속의 식물은 동정할 수 없다. 따라서 임상도는 조림목적으로 제작하여 현존식생을 충분히 반영하지 못하고 있는 실정이다⁹⁾. 현존식생 구분이 어려운 실정에서 수종별 수고대비표를 활용하여 작성된 영급은 정확성이 낮을 수밖에 없다.

연구대상지가 속한 파주시 광탄면 기산리 일원의 2000년 이후 최신 국립산림과학원 발간 임상도를 분석한 결과 활엽수 4영급으로 구분되어 있었다(Fig. 2). 연구대상지역은 잣나무림, 굴참나무림, 신갈나무림, 일본잎갈나무림, 밤나무림 등 다양한 임분이 분포하나, 본 임상도에서는 활엽수 임분으로 표시되어 있어 자료의 부정확성이 큰 상태이다. 이는 파주시 일대에 군사지역이 넓게 분포하여 정밀 항공사진 촬영 및 이용이 불가능하였기 때문으로 사료된다. 그러므로 해당지역의 실제 현장조사(수령, 식생구조, 현존식생 등)를 바탕으로 반드시 정밀 임상도(영급 등) 작성이 선행되어 이를 바탕으로 임

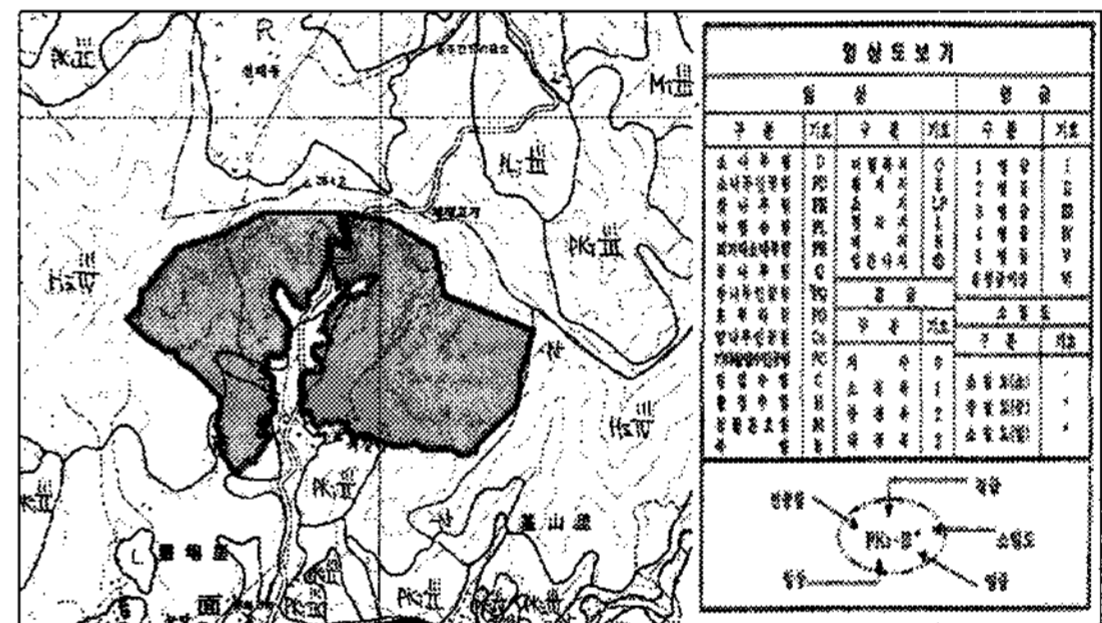


Fig. 2. Forest type map(Korea forest research institute).

상도가 수정되어야 할 것이다.

3.2. 현존식생구조 분석

정밀한 현존식생구조 분석은 대상지의 자연성, 식생발달정도, 훼손정도 등을 파악하여 생태계 평가 및 복원의 기초자료로 활용된다^{16,17)}. 연구대상지의 현존식생 유형별 면적 및 비율은 Table 2와 같고 현존식생유형을 도면화한 것이 Fig. 3이다.

현존식생유형 분석결과 총 24개 유형으로 구분되었으며 이중 임목지는 20개 유형이었다. 임목지중 자연림은 10개 유형, 인공림은 8개 유형이었으며 자연림은 신갈나무림(19.0%), 굴참나무-신갈나무림(11.0%), 굴참나무(6.6%) 등이 능선과 사면을 중심으로 넓게 분포하였다. 인공림은 밤나무림(15.7%), 잣나무림(12.3%), 일본잎갈나무-밤나무림(2.9%) 등이 저지대 사면 및 계곡부를 중심으로 넓게 분포하였다.

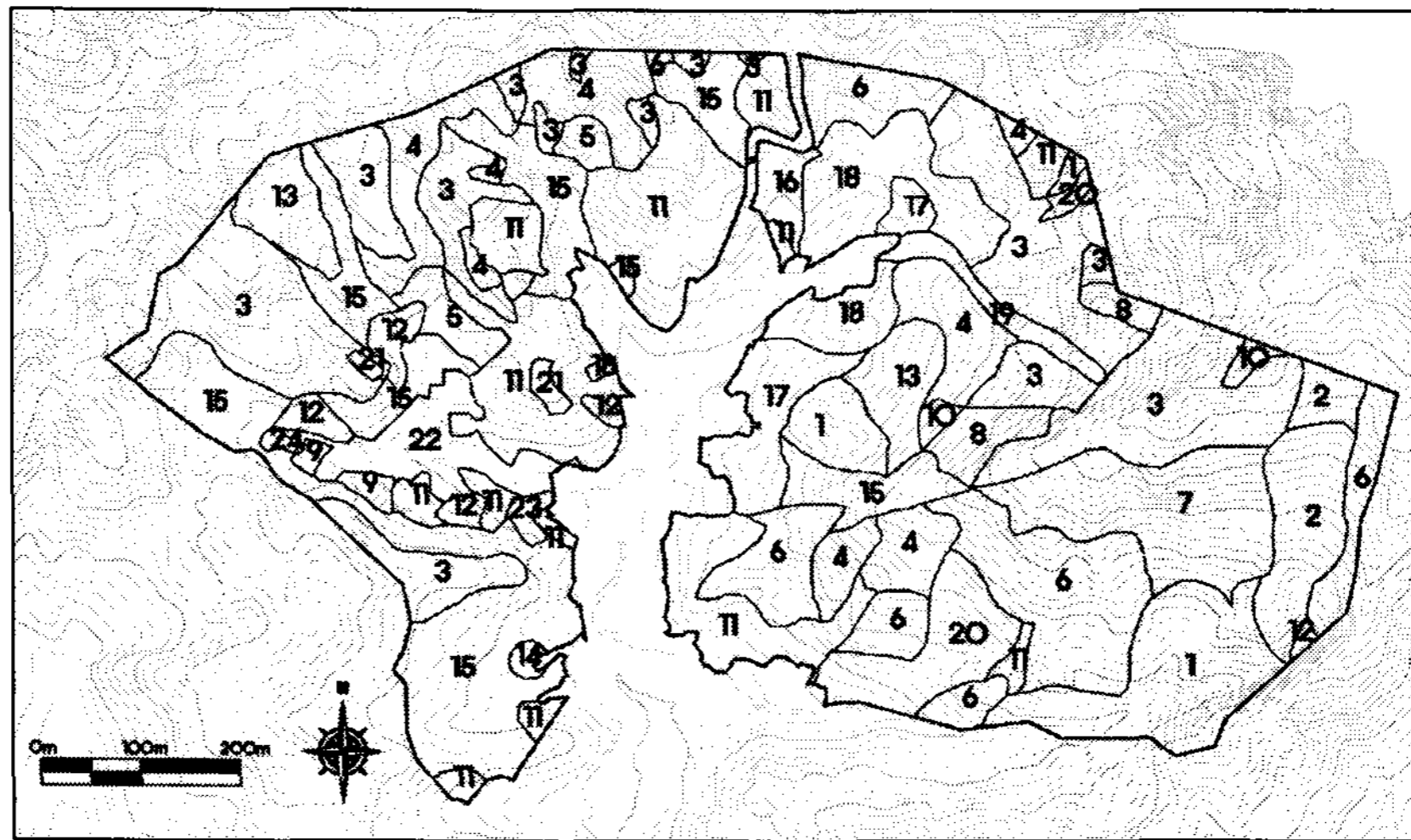


Fig. 3. The map of actual vegetation types.

Legend : 1. *Quercus* Spp. 2. *Q. aliena* 3. *Q. mongolica* 4. *Q. variabilis* 5. *Q. variabilis-Castanea crenata* 6. *Q. variabilis-Q. mongolica* 7. *Q. variabilis-Cornus controversa -Q. aliena* 8. *Cornus controversa* 9. Deciduous broadleaf tree 10. *Salix koreensis* 11. *Pinus koraiensis* 12. *Larix leptolepis* 13. *L. leptolepis-C. crenata* 14. *Pinus rigida* 15. *C. crenata* 16. *C. crenata-P. koraiensis* 17. *C. crenata-L. leptolepis* 18. *C. crenata-Q. variabilis* 19. *C. crenata-Q. mongolica* 20. Deciduous broadleaf tree-bush 21. Glass 22. Farming 23. Urban area 24. Stream

Table 2. The ditribution ratio of actual vegetation types

Type	Area(m ²)	Ratio(%)
1. <i>Quercus</i> Spp.	58,458	5.8
2. <i>Q. aliena</i>	33,034	3.3
3. <i>Q. mongolica</i>	191,094	19.0
4. <i>Q. variabilis</i>	65,999	6.6
5. <i>Q. variabilis-Castanea crenata</i>	12,395	1.2
6. <i>Q. variabilis-Q. mongolica</i>	110,903	11.0
7. <i>Q. variabilis-Cornus controversa-Q. aliena</i>	48,144	4.8
8. <i>Cornus controversa</i>	11,640	1.2
9. Deciduous broadleaf tree	2,252	0.2
10. <i>Salix koreensis</i>	3,950	0.4
11. <i>Pinus koraiensis</i>	123,344	12.3
12. <i>Larix leptolepis</i>	9,699	1.0
13. <i>L. leptolepis-C. crenata</i>	29,309	2.9
14. <i>Pinus rigida</i>	2,000	0.1
15. <i>C. crenata</i>	155,855	15.6
16. <i>C. crenata-P. koraiensis</i>	8,285	0.8
17. <i>C. crenata-L. leptolepis</i>	25,601	2.6
18. <i>C. crenata-Q. variabilis</i>	43,491	4.3
19. <i>C. crenata-Q. mongolica</i>	8,918	0.9
20. Deciduous broadleaf tree-bush	28,012	2.8
21. Glass	3,205	0.3
22. Farming	25,195	2.5
23. Urban area	2,865	0.3
24. Stream	501	0.1
Total	1,004,149	100.0

3.3. 표준지별 수종 및 출현개체수 분석

125개 표준지(면적 0.04 ha)별 흉고직경 6 cm 이상 수목의 출현수종 및 개체수를 종합한 것이 Table 3이며 표준지별로 나타낸 것이 Fig. 4이다. 표준지별 출현종수는 최소값 1종, 최대값 9종, 최빈값 4종이었다. 출현 개체수의 경우 가장 작은 표준지는 표준지 85로서 17개체가 교목층에서 출현하였고 최대값을 나타내는 지역은 표준지 89로서 125개체가 교목층에서 출현하였다. 125개소의 평균 출현개체수는 63±23개체이었으며 최빈값은 70개체이었다.

125개 표준지별 우점종의 개체수를 분석한 것이 Fig. 5이다. 신갈나무가 우점하는 표준지는 60개소, 굴참나무가 우점하는 표준지는 21개소이었으며 이외 밤나무 8개소, 일본잎갈나무 4개소, 잣나무 26개소, 무입목지 6개소이었다.

Table 3. The number of species and individual of 125 plots

Division	Minimum	Maximum	Mean	Mode
No. of species	1	9	4.4±1.5	4
No. of individual	17	125	63±23.1	70

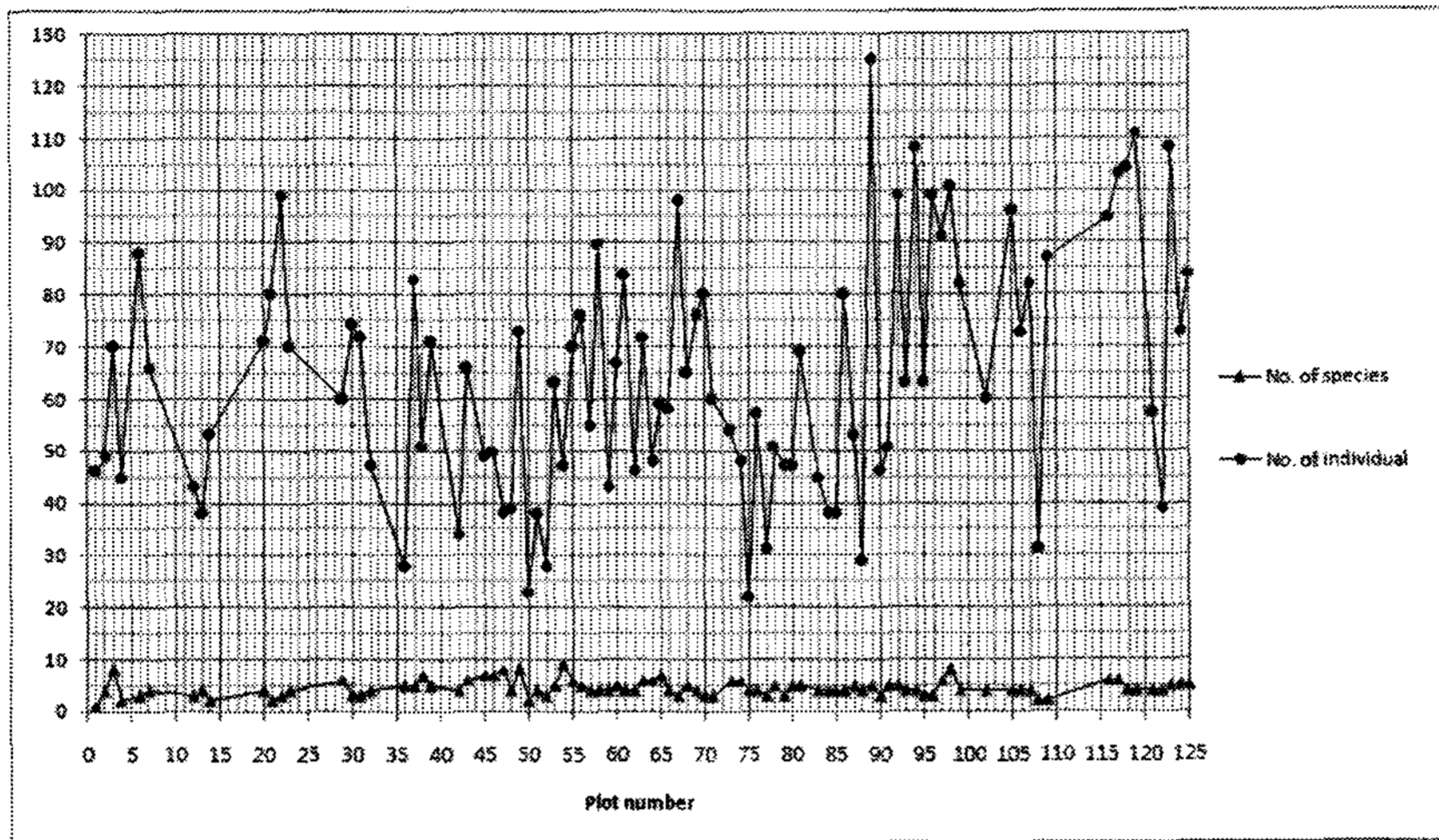


Fig. 4. The number of species and individual in plots.

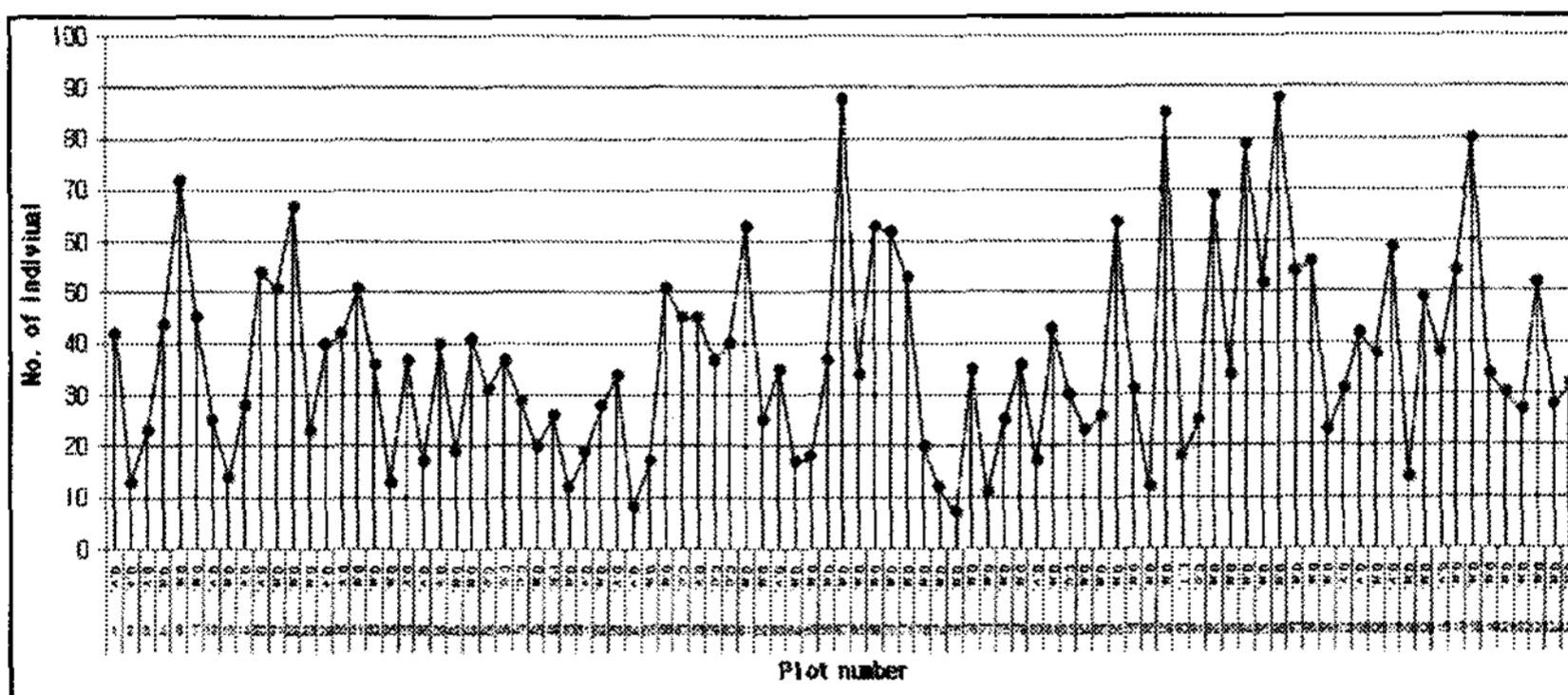


Fig. 5. The number of the dominant species appearing by plots.

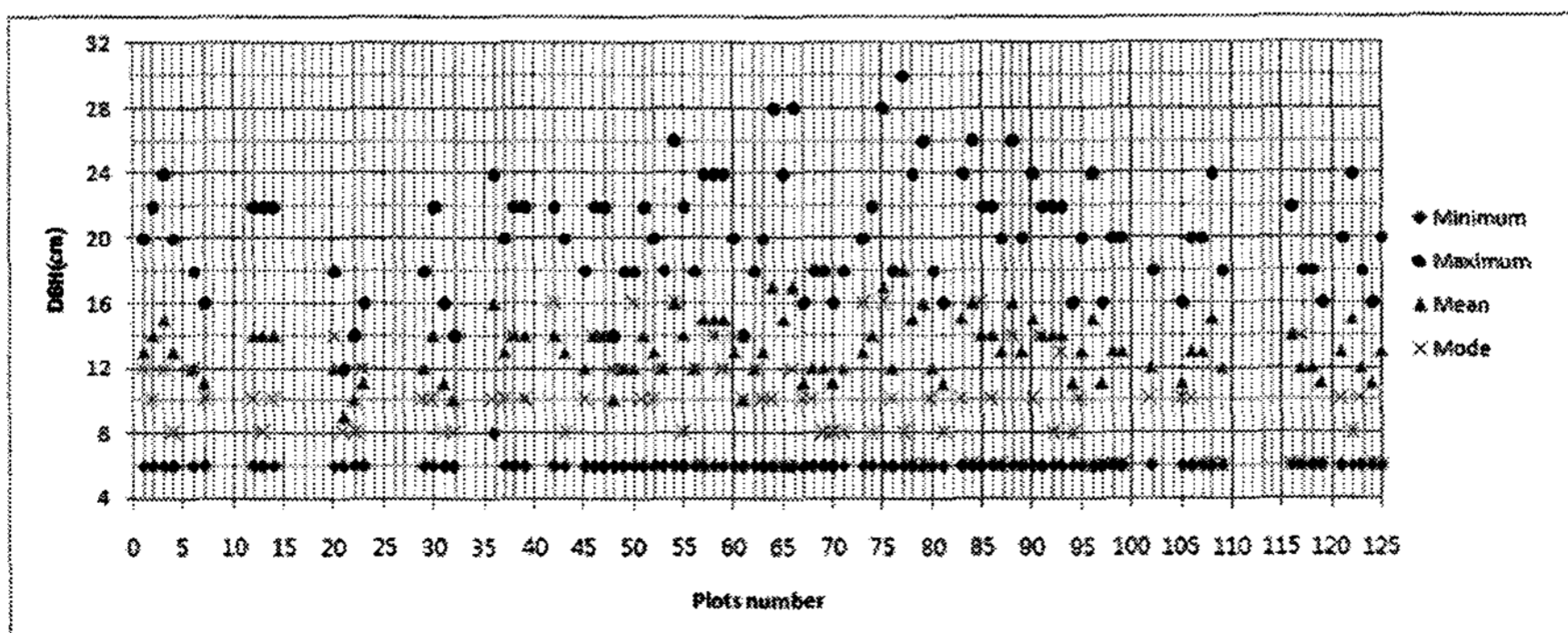


Fig. 6. The current state of the tree distribution by DBH in plots.

3.4. 표준지별 경급 분석

125개 표준지별 경급의 최소값, 최대값, 평균값,

최빈값을 구한 것이 Fig. 6이다. 최소 경급은 6 cm, 최대 경급은 30 cm로 조사되었으며 평균경급은 13

cm, 최빈값을 나타내는 경급은 10 cm 이었다.

3.5. 표준지별 수령 및 영급 분석

표준지별 평균수령을 도식화한 것이 Fig. 7, 표준지별 표본목 5주의 수령을 나타낸 것이 Fig. 8이다. 표준지별 평균수령 조사결과, 4영급에 해당하는 30년생 이상의 표준지는 6개소로서 표준지 77(40.2년), 78(39.4년), 79(39.8년), 84(32년), 85(35.6년), 86(35.6년)이었으며 2영급지역은 17개소로서 표준지 2, 12, 36, 48, 49, 51, 53, 57, 58, 80, 89, 92, 99, 105, 107,

109, 125 이었다. 이외 102개소 표준지는 모두 20~30년생의 표준지로서 3영급지역에 해당하였다.

3.6. 대상지 정밀 영급도 작성

현존식생, 표준지별 식생현황 및 수령을 종합한 결과 대상지 정밀 영급은 Fig. 9와 같다. 대상지 면적 1,004,149 m² 중 산림(임야)지역은 모두 3영급(21~30년생 임분)지역으로 구분되었다. 이는 임상도에서 제시하고 있는 4영급지역과는 큰 차이를 보이고 있었다. 아울러 임상구분에서도 기존 임상은 활

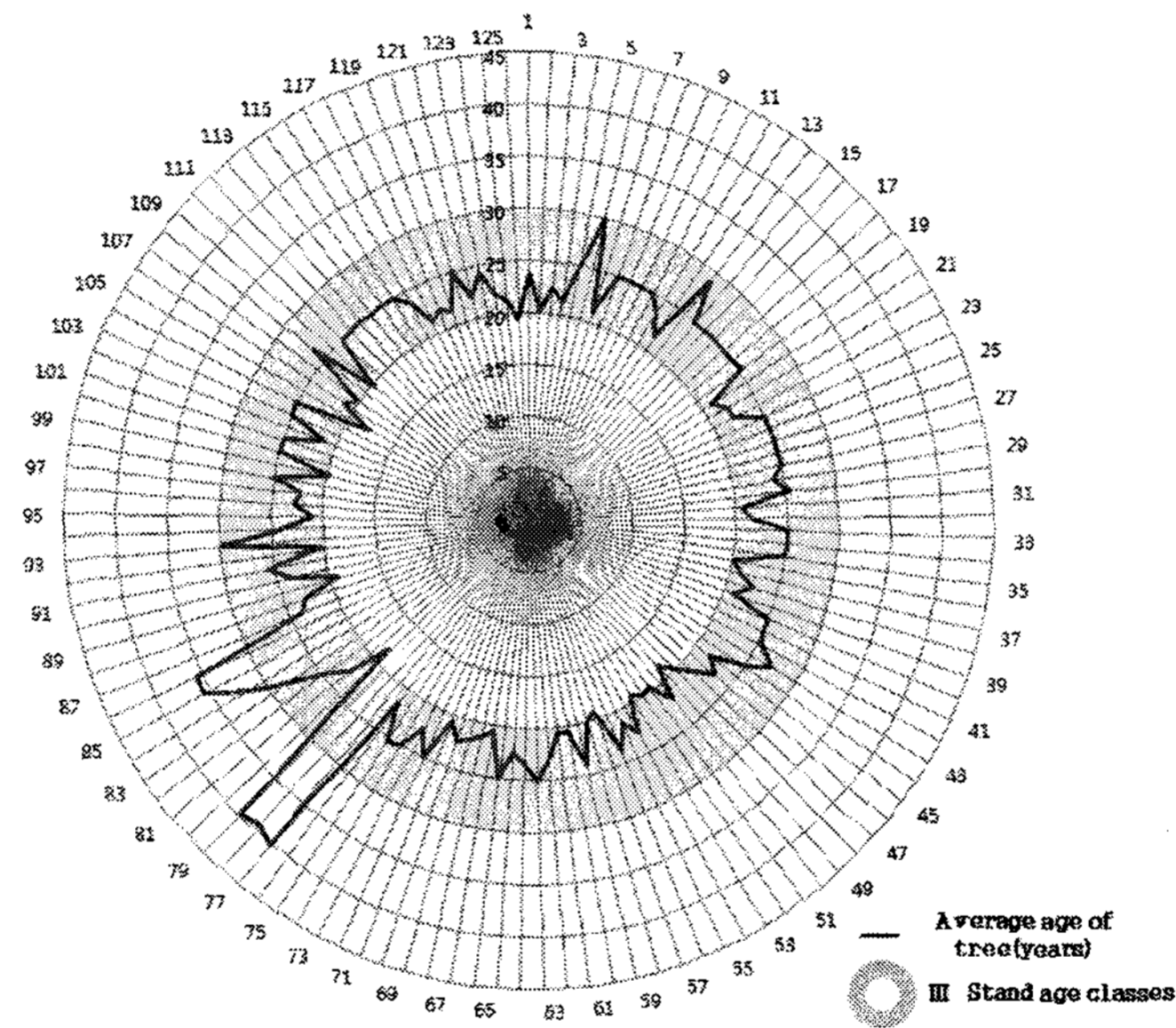


Fig. 7. The graphs for average age of tree by the standard area and the calculation of stand age classes.

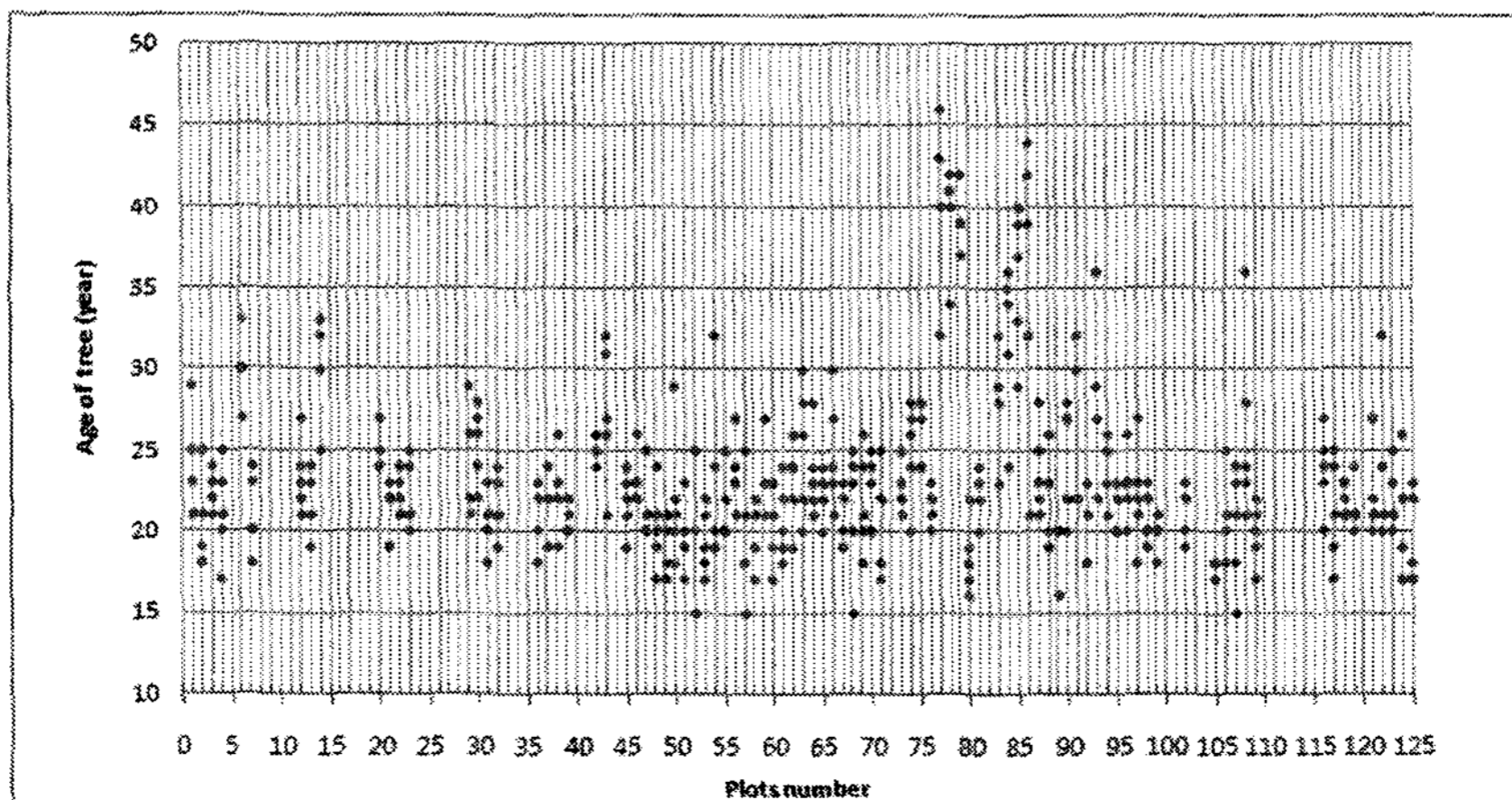


Fig. 8. The age of the 5 sample trees by plots.

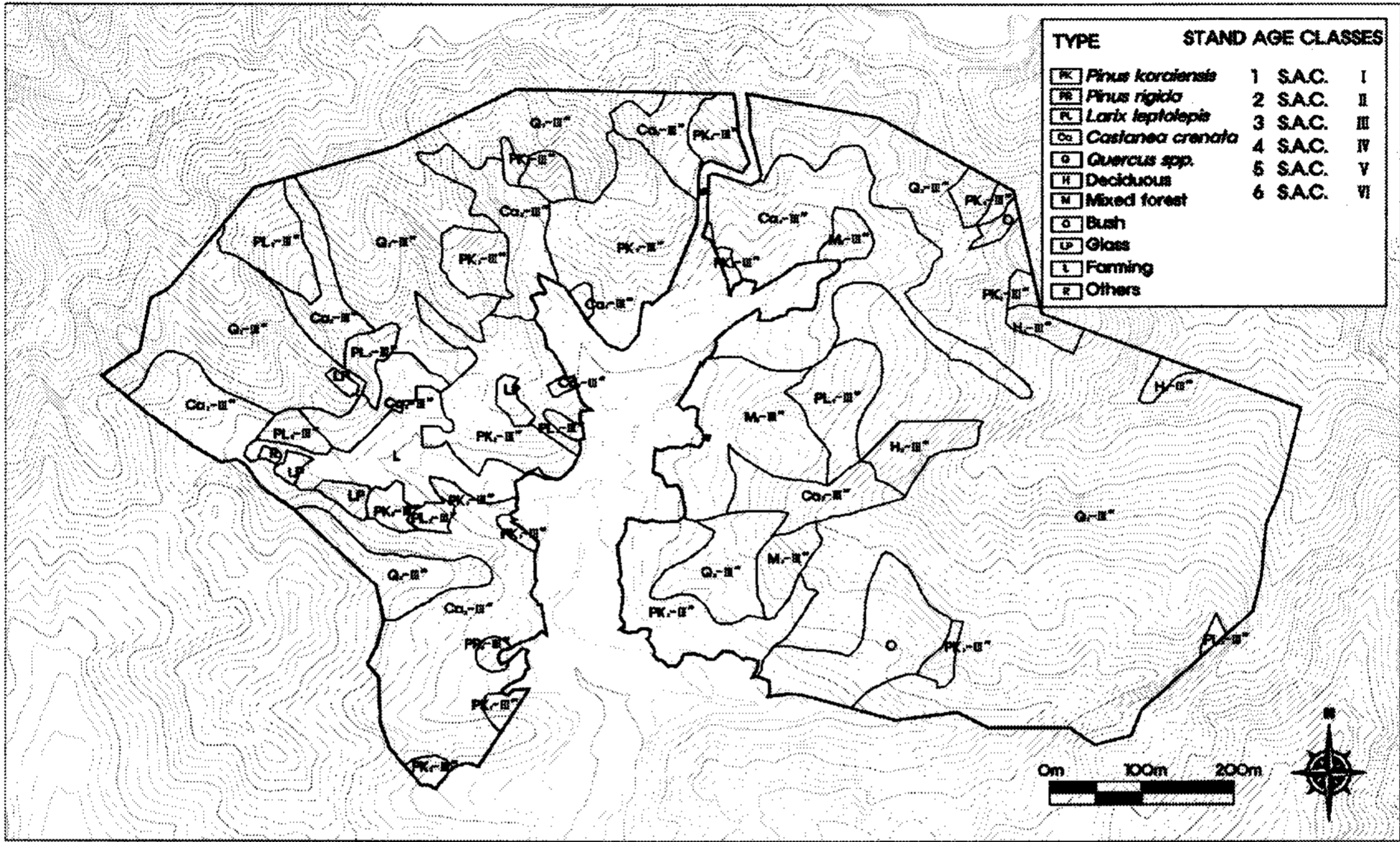


Fig. 9. The precise degree of stand age classes in the object place.

엽수림으로만 구분되어 있으나, 실제 조사결과 잣나무, 일본잎갈나무, 밤나무 등의 인공림과 신갈나무, 갈참나무 등의 참나무, 층층나무 등의 낙엽활엽수, 침활혼효림 등으로 세분화되었다. 이는 기존 임상도가 산림의 정밀한 속성을 제시하지 못하고 단지 개괄적인 속성만을 제시하고 있다⁹⁾는 연구결과와도 유사하였다.

향후 임상도는 산림내 현존식생유형을 세분화하고 각 현존식생별 표준지내 출현수종(우점종 위주) 중 최빈값과 평균값을 나타내는 입목을 대상으로 수령을 측정하여 이를 토대로 영급이 작성되어야 할 것이다.

4. 결 론

본 연구는 기존 임상도상에서 제시하고 있는 영급 및 산정방법의 문제점을 제시하고 정밀 영급산정기법을 제시하고자 하였다. 연구대상지는 경기도 파주시 기산리 일원 산림을 대상으로 하였다.

정밀 영급산정기법은 상세한 현존식생유형구분, 격자형 표준지설정, 표준지별 식생조사순으로 실시

하였다. 표준지 크기는 400 m²으로 설정하였으며 조사자의 자의적 선정에 따른 오류를 최소화하고자 격자형 그리드를 설정후 각 꼭지점에 해당하는 지역에 표준지를 설정하였다. 아울러 전체 표준지 설정면적은 대상지 면적의 5% 이상으로 하였다.

표준지별 식생조사의 경우 6 cm 이상 수목을 대상으로 수종, 경급, 수고를 구분하고 경급은 다시 최대값, 최소값, 평균값, 최빈값을 제시하여 수령측정시 우점종 중 최빈값에 해당하는 수목을 표본목(5주씩)으로 선정하였다.

대상지 조사결과 현존식생은 총 24개 유형으로 구분되었고 이중 입목지가 20개 유형이었으며 주요 유형은 신갈나무림, 굴참나무림, 잣나무림, 밤나무림 등이었다. 표준지별 출현수종은 최소값 1종, 최대값 9종, 평균값 4.4±1.5종, 최빈값 4종이었으며 출현개체수는 최소값 17개체, 최대값 125개체, 평균값 63±23.1개체, 최빈값 70개체이었다. 경급은 최소값 6 cm, 최대값 30 cm, 평균값 13 cm, 최빈값 10 cm이었으며 표준지별 수령은 31년생 이상이 6개소, 20년생 이하가 17개소, 21~30년생 지역이 115개소이었다.

현지조사결과와 영급구분기준을 고려하여 대상

지 전체지역의 영급작성결과, 모두 3영급지역으로 분석되었다. 일부 4영급지역의 경우 해당 수령의 수목이 동일 임상내에서 50%이상이어야 한다는 규정에 근거해 모두 3영급지역으로 판정하였다.

본 연구는 생태자연도와 더불어 개발과 보전의 중요한 기준으로 활용되는 임상도(영급)의 정확도를 높이기 위해 실제 현지조사를 바탕으로 한 산정기법을 제시하여 향후 임업분야에서의 산림계획, 국토개발분야의 토지이용변경 등에 중요한 기준으로 활용하고자 하였다.

참 고 문 헌

- 1) 산림청, 2006, 산림과 임업동향에 관한 연차보고서, 614pp.
- 2) 김운경, 1999, 임상도와 GIS를 이용한 산림자원정보시스템 개발, 석사학위논문, 산림자원학과, 고려대학교, 서울.
- 3) 김인선, 2002, 수치입체영상 판독을 통한 임상도 제작 및 갱신에 관한 연구, 석사학위논문, 토목공학과, 인하대학교, 인천.
- 4) 김정호, 2001, 친환경적 개발을 위한 환경성검토 강화방안 -경기도 남양주시 개발예정지를 대상으로-, 조경학과, 서울시립대학교, 서울.
- 5) 권전오, 2003, 환경친화적 택지개발계획 수립을 위한 환경생태평가기법 활용에 관한 연구, 박사학위논문, 조경학과, 서울시립대학교, 서울.
- 6) 배병호, 1989, 식생자연도에 관한 제문제의 고찰, 건국대학교 중원연구소 논문집, 8, 175-189.
- 7) 김종원, 이은진, 1997, 다항목 매트릭스 식생평가기법 -식생의 자연성 평가에 대한 새로운 기법과 그 적용-, 한국생태학회지, 20(5), 303-313.
- 8) 최송현, 1996, 산림생태계의 환경영향평가기법에 관한 연구 -녹지의 자연성평가를 중심으로 -, 박사학위논문, 조경학과, 서울시립대학교, 서울.
- 9) 허승영, 2000, 도시근린공원의 정밀식생도 작성에 관한 연구, 석사학위논문, 조경학과, 성균관대학교, 수원.
- 10) 윤정숙, 1999, 위성영상을 이용한 수치임상도 갱신, 석사학위논문, 토목공학과, 인하대학교, 인천.
- 11) 건설교통부, 2007, 국토의 계획 및 이용에 관한 법령집, 650pp.
- 12) 국립산림과학원, 2006, 제4차 전국산림자원조사, 139pp.
- 13) Fritts H. C., 1976, Tree rings and Climate, Academic Press Inc. (London)Ltd., 567pp.
- 14) 김갑덕, 이승호, 김철민, 1989, Landsat TM Data와 흑백적외선 항공사진을 이용한 임상구분에 관한연구, 한국임학회지, 78(3), 263-274.
- 15) 이규석, 1998, 환경정보체계의 효과적 이용에 관한 고찰 -원자료의 정확성을 중심으로-, 환경영향평가, 7(2), 27-35.
- 16) 김정호, 2007, 비오톱 유형을 고려한 산림지역 생태계 평가기법 개발, 한국환경복원녹화기술학회, 10(3), 38-51.
- 17) 조우, 김종엽, 홍석환, 2005, 인천 백마도시자연공원 현존식생 유형과 특성, 한국환경생태학회지, 19(4), 358-366.