

機械化 集材作業을 위한 路網의 整備*

- 林地의 分類 -

車斗松¹⁾ · 曹丘鉉²⁾ · 池炳潤²⁾

Studies on design of forest road nets for mechanized yarding operations*

- Classification of forest site -

Du Song Cha¹⁾ · Koo Hyun Cho²⁾ · Byung Yun Ji²⁾

要 約

본 연구는 강원도 춘천군에 위치한 임업진흥촉진지역 21,417ha를 대상으로 10개의 지형특성치를 이용, 집락분석과 주성분분석에 의하여 임지를 구분함과 동시에 판별분석에 의하여 임지구분에 영향을 미치는 최소한의 변수를 검토하여, 실질적으로 기계화 집재작업을 위한 작업기종의 선정에 정확한 지형정보를 제공하는데 목적이 있다. 그 결과는 다음과 같다.

1) 고성단지는 총면적 2,252ha로 중에서 57%가 완지형으로 분류되어 트랙터형 집재가 적합하고 43%가 급지형으로 중거리 가선집재형이 적합함을 보여 주었다. 2) 가정단지(2,306ha)와 광판단지(2,627ha)는 각각 65%와 67%가 급지형으로 분류되어 대개 중거리 가선형의 집재가 적합하고, 나머지 35%와 33%가 트랙터형 집재가 적합한 완지형으로 나타났다. 3) 지암단지(4,519ha)는 대부분의 지역이 급지형으로 분류되어 중거리 가선형이 적합하였다. 4) 군자단지(3,400ha), 수동단지(3,894ha), 신포단지(2,430ha)는 총면적중에서 각각 85%, 75%, 75%가 급지형으로 분류되어 중거리 가선집재형이 적합함을 보여 주었다.

ABSTRACT

The purpose of this study is to offer detailed topographic information for substantially selecting the yarding machine for mechanized yarding operations, classifying the forest site by cluster analysis and principal component analysis, and investigating simultaneously the variables which give much influence on the classification of forest site in forestry build-up region(21,477ha) of Chuncheon Gun, Kwangweon Do. Ten topographic variables were used for the analysis. The results of study were as follows :

¹⁾ 강원대학교 임과대학 삼림경영학과 Dept. of Forest management, College of Forestry, Kangwon Nat'l. Univ., Chuncheon, Korea.

²⁾ 강원대학교 대학원 삼림경영학과 Dept. of Forest management, Graduate school Kangwon Nat'l. Univ., Chuncheon, Korea.

* 본 논문은 1992년도 한국학술진흥재단의 연구비지원에 의하여 수행된 결과의 일부임.

1) Gosung region(2,252ha) was classified into hilly terrain(57%) and steep terrain (43%) and required the tractor prehauling system for the former one and the medium skyline system for latter one, respectively. 2) 65% of Gajung region (2,306ha) and 67% of Kwangpan region(2,627ha) were classified into steep terrain fitted for the medium skyline system and the portion of both region showed the hilly terrain for the tractor prehauling system. 3) Jiam region(4,591ha), consisted only of steep terrain, required the medium skyline system. 4) Gunja region(3,400ha), Sudong region(3,984ha) and Sinpo region(2,340ha) were classified into steep terrain, requiring the medium skyline system, with 85%, 75%, and 75%, respectively.

Key words: Topographic information, Classification of forest site, Mechanized yarding operations, Forestry build-up region

I. 序 論

산림청은 1988년 산지자원화10년계획을 수립하여 추진하면서 산림정책의 기초를 녹화위주에서 자원화정책으로 전환하여 임업진흥과 산촌소득개발에 중점을 두고 있다. 더우기 경영의 집단화, 협업화로 활력있는 산촌사회형성을 목적으로 산림면적을 71%이상을 차지하고 있는 사유림을 대상으로 2000년대의 국산재 안정공급기지로써 지역사유림을 임업진흥촉진지역으로 지정 개발하고 있다(산림청, 1988). 산지자원화시대를 위하여 임업진흥촉진지역을 활성화하기 위해서는 산림작업의 능률화 및 합리화를 통한 임업생산성의 향상이 최우선과제라 할 수 있다. 그러나 농산촌 인구의 급속한 감소는 임업노동력의 부족과 노동임금의 상승, 또한 열악한 작업환경으로 인한 산림작업의 기피로 실질적인 임업경영은 어려운 상황에 놓여 있다.

이와 같은 문제를 해결하기 위하여는 산림작업의 기계화가 필수적이며, 이는 산림작업에 필요한 노동력을 경감시켜 단위 생산성 및 산림소득을 증대시키고 산림노동에서의 신체적 부담을 줄여 능률적인 작업방법 등 작업환경을 개선함으로써 생산비용 중 가장 큰 비중을 차지하는 인건비를 줄여 생산을 극대화 하는데 있다. 특히 산림작업의 기계화 중 가장 큰 비중을 차지하고 있는 집재작업의 기계화는 목재의 수요변화, 즉 수요증대의 양적변화와 질적변화에 따라서 과거의 원시적형태에서 기계력을 주체로 하는 형태로 발

전되어 왔다. 과거에도 지형조건을 고려하면서 반출하는 목재의 자중을 이용하는 작업을 행하였으나, 기계력을 주체로 하는 급일에도 급준지형, 중지형 및 완지형의 차이에 의하여 작업기종의 선택이 행하여 지고 있는 것이다(堀, 1979; Howard, 1990; 이, 1987; Loeffler, 1982; Rowan, 1977; Skramo, 1977; Trzeseniowski, 1982). 즉 집재작업은 지형의 차이에 따라서 현저하게 영향을 받는 것이다. 그러나 대면적으로 산악지대에 위치하고 있는 임지는 다수의 지형인자를 갖고 있으므로 국소적인 지형특성을 파악하는 것 보다는 동일한 지형적 특성을 갖고 있는 임지별로 작업기종을 선정하는 것이 보다 합리적이며, 타당할 것으로 사료된다. 또한 최근에는 컴퓨터의 발달로 이 분야에서도 다변량해석의 기법 도입이 확대되고 있으나, 대부분의 경우 산림식생분류(Denton et al., 1978; Denton and Barnes, 1988; Kim, 1989; 이, 1990, 1992), 토양분류(Pregitzer, 1984) 및 임상구분(Cha et al., 1988; Yun et al., 1992) 등에 국한되어 있는 실정이다(Spies, 1985; Groenewoud, 1984).

따라서 본 연구는 임지가 지형적인 특성을 지역별로 갖고 있는 점에 착안하여 강원도 춘천군에 위치한 임업진흥촉진지역 21,417ha를 대상으로 10개의 지형특성치를 이용, 집락분석(Classification)과 주성분분석(PCA ; Principle component analysis)에 의하여 임지를 구분함과 동시에 판별분석(Discriminant analysis)에 의하여 임지구분에 영향을 미치는

최소한의 변수를 검토하여, 실질적으로 기계화 집계작업을 위한 작업기종의 선정에 정확한 지형 정보를 제공하는데 목적이 있다.

II. 資料 및 方法

1. 조사지 개황

임업진흥촉진지역으로 지정된 전국의 1,517, 402ha, 87개군 509개 단지중에서 행정구역상 강원도 춘천군 4개면(남면, 동산면, 남산면, 사북면)에 위치한 7개 단지(가정, 군자, 수동, 광판, 지암, 고성, 신포 단지) 21,417ha를 대상으로 하였다.

각 단지별 위치와 면적은 Table 1과 같다.

Table 1. Location and areas of forestry build-up region

Region	Location	Areas (ha)
Gajung	남면 가정리의 6리 추곡, 관천, 박암, 발산, 후동, 한덕	2,306
Gosung	사북면 고성리의 4리 고탄, 송암, 인람, 가일	2,251
Kwangpan	남산면 광판리의 3리 행촌, 통곡, 혈동	2,627
Gunja	동산면 군자리의 3리 원창, 봉명, 조양	3,400
Sudong	남산면 수동리의 8리 창촌, 방곡, 강촌, 백양, 서천, 방하, 안보, 당림	3,894
Sinpo	사북면 신포리의 3리 지촌, 원평, 오탄	2,430
Jiam	사북면 지암리의 2리 오월, 서상	4,519
Total		21,417

2. 지형인자조사

춘천군 임업진흥촉진지역의 임지를 유형화하기 위하여 임업경영에 적합한 300 - 500 ha의 면적으로 단위면적을 설정하고, 설정된 단위면적에서 지형적 특성을 정량적으로 파악하기 위한 지형계측에는 삼림이용학적지형분류(堀, 1965, 1979; 上飯坂, 1975)에 의하여 경사도, 곡밀도, 기복량, 곡밀도·기복량 지수, 지형지수를 구하고, 또한 각각의 변이계수를 산출한다.

3. 분석방법

임지분류를 위한 특성치는 경사도, 곡밀도, 기복량, 곡밀도·기복량지수 및 지형지수와 각각의 변이계수이며, 이들 특성치를 표준화하여, 분류(Classification)기법중의 하나인 집락분석(Cluster analysis: Romesburg, 1984)을 Pielou(1984)의 방법에 따라 구한다.

주성분분석(Principal component analysis)은 불확정적이고 혼잡스런 상황으로부터 최소한의 정보손실하에서 주어진 단위면적간의 관계를 시각화하고 단순·요약해 주기 위하여 분석한다. 정준판별분석(Canonical discriminant analysis: Orioci, 1978)은 임지의 특수성을 조사하고 이산적인 변수의 범위를 줄이기 위하여 분석한다. 판별분석(Discriminant analysis)은 유형화된 단위면적의 상호인자를 다변량변수들 간의 내부적인 오분류확률을 최소로 하는 판별기준을 설정, 해석하며 유형에 대한 정보가 없는 일련의 단위면적들을 구축된 판별기준에 따라 분류한다.

Multivariate Statistical Package (MVSP: Kovach, 1986)는 집락분석(Cluster analysis)을 하는 데 이용하며, Personal Computer용 Statistical Analysis System (SAS: SAS Institute Inc, 1986)는 주성분분석(Principal component analysis)와 판별분석(Discriminant analysis)을 하는데 이용한다.

Ⅱ. 結果 및 考察

연구대상지는 춘천군 임업진흥촉진지역 7개 단지로 강원도 춘천군 4개면(남면, 동산면, 남산면,

사북면)에 위치한 21,417ha를 대상으로 하였으며, 7개 단지 63개 단위면적을 삼림이용학적지형분류를 이용하여 평균경사도, 평균곡밀도, 평균기복량, 평균곡밀도·기복량지수 및 평균지형지수와 그의 변이계수를 조사한 것은 Table 2와 같다.

Table 2. Data matrix of value of ten topographic variables

Unit area	Location	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Sinpo	45.3	16.3	8.2	18.3	288.0	26.3	52.4	8.2	47.1	16.1
2		51.3	18.0	7.3	49.8	275.0	25.5	46.0	9.7	50.0	13.7
3		43.4	12.4	6.6	33.3	280.0	19.7	46.0	17.8	44.1	13.2
4		52.9	8.4	7.3	26.1	388.6	26.1	67.9	33.3	56.6	13.7
5		51.4	29.8	7.5	28.6	311.4	27.0	54.9	30.0	52.3	28.6
6		37.4	30.7	6.5	45.2	255.0	29.2	38.4	44.9	37.7	33.3
7		55.4	14.1	7.8	28.2	280.0	31.7	49.5	31.5	53.9	17.4
8	Sudong	44.7	11.7	8.6	22.2	240.0	24.5	43.8	14.6	44.5	8.4
9		42.9	15.3	10.2	37.2	178.8	20.8	36.2	26.9	41.2	16.4
10		44.5	12.9	10.9	20.2	188.6	14.8	39.4	17.7	43.2	12.6
11		35.7	26.4	9.8	32.3	160.0	28.9	32.6	37.9	34.9	27.9
12		44.7	16.8	8.4	17.2	208.0	17.5	38.5	21.3	43.1	16.9
13		38.0	6.4	8.1	17.8	186.7	34.4	33.1	25.4	36.7	9.3
14		34.2	27.0	8.8	52.3	163.6	36.2	32.0	46.3	33.6	29.8
15	Gajung	34.7	1.5	9.6	49.2	175.0	17.1	34.9	37.4	34.7	9.8
16		37.5	13.3	6.6	49.4	142.9	20.5	23.8	34.0	34.1	15.5
17		42.3	11.1	6.1	40.3	190.0	27.6	30.0	22.8	39.2	11.9
18		42.8	32.4	6.1	26.3	232.5	17.0	37.5	21.9	41.5	28.5
19		36.0	2.7	8.3	11.1	140.0	60.6	26.0	64.5	33.5	10.6
20		45.5	17.7	6.9	36.0	160.0	42.4	27.4	47.3	40.9	22.1
21		41.1	30.6	8.2	44.6	188.0	16.1	34.3	28.4	39.4	29.5
22	Gosung	31.2	17.1	8.6	25.4	135.0	18.6	25.1	24.4	29.7	31.0
23		44.0	26.0	10.2	39.6	208.8	9.0	42.8	45.0	43.7	23.8
24		41.1	35.5	10.2	41.1	151.7	47.6	32.5	59.8	39.0	39.0
25		45.8	18.3	10.6	7.1	260.0	26.6	53.9	30.6	47.8	21.4
26		39.1	10.5	9.5	34.4	202.9	25.7	40.2	35.6	39.3	13.9
27		41.9	14.8	8.1	32.3	186.7	22.1	33.9	28.5	39.9	16.4
28		38.7	9.2	11.2	35.5	185.0	45.3	41.4	64.5	39.4	23.6
29	Gunja	39.7	22.1	7.4	57.9	163.3	27.3	30.0	46.9	37.2	26.5
30		41.1	33.2	6.7	81.0	222.9	51.1	41.2	66.8	41.2	40.2
31		37.9	24.6	8.2	64.6	200.0	37.9	39.0	54.3	38.2	31.3
32		37.1	8.0	7.6	42.6	172.0	24.1	30.7	35.3	35.5	13.2
33		32.3	15.0	6.4	59.2	124.0	23.9	20.5	32.9	29.3	14.5
34		35.6	9.4	6.0	34.1	165.7	19.4	26.7	26.1	33.4	11.5
35		31.0	10.9	7.1	37.2	148.6	30.0	26.0	41.3	29.7	16.2
36	Jiam	33.6	16.4	6.2	80.6	133.3	41.0	22.9	64.0	30.9	21.1
37		33.6	11.2	6.1	42.8	167.5	19.1	27.1	28.8	32.0	12.5
38		36.9	4.6	9.4	34.2	212.0	28.0	42.5	37.6	38.3	8.6
39		32.8	21.9	4.8	87.8	145.0	57.8	24.0	83.1	30.2	32.3
40		38.5	15.9	6.7	9.0	145.0	20.7	24.3	24.2	35.0	14.9
41		27.1	10.2	10.2	32.8	133.3	17.3	27.1	27.1	27.1	11.4
42		31.7	13.4	7.1	43.4	156.0	14.0	26.7	21.4	30.5	13.0
43	Kwanggan	58.0	8.0	7.6	44.1	412.0	18.0	72.3	25.6	61.6	5.1
44		53.1	13.0	9.4	7.6	312.0	22.0	61.0	25.5	55.0	12.0
45		43.0	22.6	7.8	37.2	288.6	31.0	52.3	36.3	45.3	25.3
46		47.6	19.4	8.1	34.2	317.8	26.4	56.6	23.5	49.9	14.3
47		41.7	11.9	9.2	18.0	244.0	29.8	47.4	35.5	43.2	14.4
48		45.1	11.0	11.0	29.0	240.0	22.7	50.9	31.5	46.6	11.6
49		44.7	9.8	11.0	34.1	293.3	5.6	61.4	14.6	48.8	9.4
50	Kwanggan	46.5	8.4	11.5	22.3	240.0	16.0	51.2	16.1	47.7	8.0
51		45.2	18.3	9.9	26.4	288.0	28.0	57.0	25.9	48.2	14.4
52		51.0	2.8	8.9	0.0	260.0	0.0	49.2	0.0	50.6	2.1
53		52.9	5.5	13.3	14.5	264.0	22.3	61.5	25.1	55.1	5.6
54		52.3	10.5	12.4	9.6	285.0	25.2	63.9	26.6	55.2	7.6
55		31.3	17.0	10.7	65.5	132.0	25.4	28.3	41.0	30.6	21.0
56		32.5	18.5	9.6	27.4	145.0	23.6	28.6	32.0	31.5	16.8
57	Kwanggan	36.9	16.4	6.4	19.5	140.0	24.7	22.7	19.8	33.3	15.3
58		36.4	13.3	11.0	45.4	126.7	25.8	27.4	42.2	34.2	13.6
59		30.7	31.4	6.9	90.4	120.0	32.1	21.5	62.2	28.4	34.5
60		41.8	9.4	11.7	22.2	194.3	25.7	41.7	24.3	41.8	11.8
61		36.3	27.7	10.0	55.5	143.3	32.3	29.8	51.4	34.7	32.5
62		37.0	6.9	9.1	10.8	206.7	27.8	39.5	27.4	37.6	11.1
63		30.9	35.0	5.5	87.4	213.3	46.3	36.2	62.7	32.2	42.6

A ; Gradient(%)

B ; C.V. of gradient(%)

C ; Density of valleys and streams(No./km²)

D ; C.V. of density of valleys and streams(%)

E ; Unevenness of ground(m)

F ; C.V. of unevenness of ground(%)

G ; Index of density of valleys and streams·unevenness of ground (%)

H ; C.V. of index of density of valleys and streams·unevenness of ground(%)

I ; Terrain index(%)

J ; C.V. of terrain index(%)

Table 2와 같이 조사된 각 단위면적당의 주요 특성치인 평균경사도, 평균곡밀도, 평균기복량, 평균곡밀도·기복량지수 및 평균지형지수를 단지별로 살펴보면 Table 3과 같으며 연구대상지인 임업진흥촉진지역은 평균적으로 급지형인 것을 알 수 있다.

Table 3. Average values of gradient, density and streams, unevenness of ground, index of density of valleys and streams unevenness, and terrain index for each forestry build-up region

Region	A	B	C	D	E
Gajung	41.9	8.6	183.8	34.5	40.0
Gosung	40.5	9.9	210.7	43.0	41.1
Kwangpan	34.3	8.9	154.5	30.0	33.2
Gunja	33.9	7.1	159.3	28.0	32.5
Sudong	38.6	8.9	171.7	33.0	37.2
Sinpo	46.4	7.2	282.6	48.7	47.0
Jiam	47.5	10.0	285.3	56.7	49.8
Average	40.6	8.7	206.8	39.1	40.1

A ; Gradient (%)

B ; Density of valleys and streams(No./km²)

C ; Unevenness of ground (m)

D ; Index of density of valleys and streams·unevenness of ground (%)

E ; Terrain index (%)

1. 집락분석(Cluster analysis)

지형조건을 몇개의 군집으로 유형화하기 위해 집락분석(Cluster analysis)을 실시 하였으며 분석과정은 모든 단위면적이 연계가 있을 때까지 분석하였다. Unweighted average linkage cluster analysis에 의해 그려진 dendrogram은 Figure 1과 같다. Standardized euclidian distance가 4.20일 때, dendrogram은 단위면

적이 4개의 유형으로 나뉘어졌다. 유형 I은 지암 단지의 5개 단위면적과 신포단지 1개 단위면적으로 총 6개 단위면적으로 구성되었고, 유형 II는 가정단지 1개 단위면적과 고성단지 1개 단위면적, 총 2개 단위면적으로 구성되었고, 유형 III은 지암단지를 제외한 6개단지 13개 단위면적으로 구성되었으며, 그리고 유형 IV는 임업진흥촉진지역의 전체 7개 단지가 분포되어 있으며 42개 단위면적으로 구성되었다.

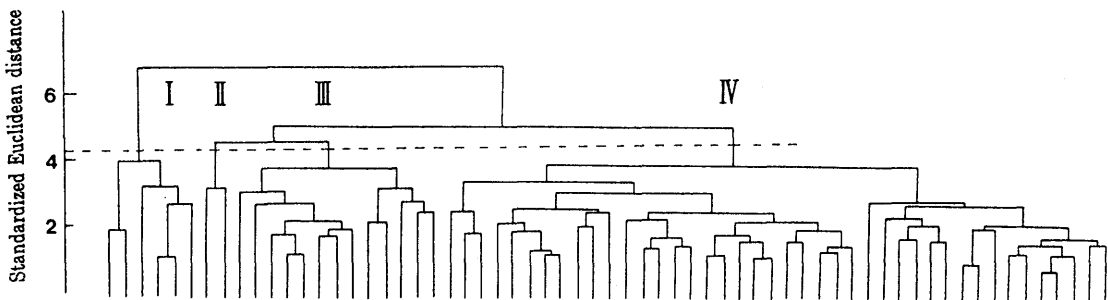


Fig. 1. Dendrogram resulting from weighted group average clustering methods for 63 unit area. When the standardized Euclidean distance was 4.20, the dendrogram shows four forest type.

이상의 집락분석에 의한 각 유형별 단위면적을 정리하면 Table 4와 같다.

Table 4. Unit area of each group by classification

Group		Unit area					
I	Jiam7	Jiam12	Jiam11	Jiam10	Jiam1	Sinpo4	
II	Gajung3	Gosung4					
III	Gunja5	Gunja8	Kwangpan5	Kwangpan9	Gosung6	Sinpo6	Gosung5
	Gosung7	Kwangpan7	Sudong6	Sudong3	Gajung4	Gajung8	
IV	Gunja1	Gunja4	Gunja11	Gunja3	Gunja6	Gunja2	Sudong8
	Gajung1	Kwangpan3	Gunja9	Kwangpan4	Kwangpan1	Gunja10	Kwangpan2
	Sudong7	Gajung6	Sudong4	Gosung3	Sudong1	Sinpo3	Sinpo8
	Gosung2	Gunja7	Jiam5	Sudong5	Kwangpan8	Jiam6	Jiam8
	Kwangpan6	Sudong2	Gosung1	Sinpo2	Sinpo7	Jiam2	Jiam9
	Sinpo1	Jiam4	Jiam3	Sinpo5	Gajung2	Gajung5	Gajung7

집락분석(Cluster analysis)에 의한 각 유형별 10개 변수의 평균은 Table 5와 같다. Figure 1과 Table 5에 따르면 유형 I은 다른 유형보다 먼저 구별되는 것을 볼 수 있으며, 이것은 평균경사도, 평균곡밀도, 평균기복량, 평균곡밀도·기복량지수와 평균지형지수가 다른 유형과 비교해 볼 때 큰 차이가 있기 때문이다. 또한 각각의 변이계수는 다른 유형보다 작다. 특히 지형지수를 살펴보면 유형 I이 54.7%, 유형 II가 36.5%, 유형 III이 35.3%, 유형 IV가 40.0%로 나타났다. 삼림이용학적 지형분류에 따르면 유형 I과 IV의 지형이 급지형이고, 유형 II와 III의 지형이 완지형으로 나타났다.

Table 5. Mean of variables in each types

Type	I	II	III	IV
Variable*				
A	52.0	37.4	36.7	40.6
B	7.5	6.0	26.9	14.6
C	10.1	9.8	7.5	8.6
D	21.4	23.3	62.5	31.5
E	17.2	162.5	169.3	206.1
F	16.2	53.0	39.2	23.1
G	62.7	33.7	31.4	38.4
H	20.9	64.5	56.0	27.8
I	54.7	36.5	35.3	40.0
J	7.3	17.1	31.8	15.7

* Symbols of variable are shown in Table 2.

2. Ordination분석(Ordination analysis)

집락분석(Cluster analysis)에 의해서 유형화된 단위면적의간의 관계를 시각화하고 단순·요약해 주기 위하여 주성분분석(Principal component analysis)을 집락분석(Cluster analysis)에서 사용된 10개 변수로 분석하였다. Table 6은 고유치(eigenvalue), 설명변수의 누적율, 그리고 상관 matrix의 주성분분석(Principal component analysis)에 기초를 둔 10개 변수의 고유벡터(eigenvector)를 보여 준다.

제1주성분은 평균경사, 평균곡밀도, 평균기복량, 평균곡밀도·기복량지수, 평균지형지수는 양의 계수이며, 제2주성분은 평균경사도 변이계수가 높은 계수를 보여준다. 제3주성분은 곡밀도의 계수가 높은 것을 볼 수 있다.

제2주성분까지의 설명변수의 누적율이 73.4%, 제3주성분까지의 누적율이 83.4%를 나타낸다. 제3주성분의 고유치가 1보다 작기때문에 제3주성분을 제외하고 제1주성분과 제2주성분이 기여하는 각각의 단위면적은 Figure 2와 같다.

유형 I이 지형지수를 보면 나머지 세 유형과 다르다는 것을 알 수 있다. 첫째로 유형 I이 나머지 세 유형으로 부터 분리되고 유형 IV가 두번째로 분리되며, 유형 II와 유형 III이 분리되었다.

Table 6. Eigenvalues, cumulative proportions of explained variance and their associated eigenvectors for principal component of the correlation matrix

Variable*	PRIN1	PRIN2	PRIN3	PRIN4	PRIN5	PRIN6	PRIN7	PRIN8	PRIN9	PRIN10
A	0.367	0.303	-0.019	-0.075	-0.126	0.678	-0.059	0.104	0.108	0.516
B	-0.228	0.429	-0.337	0.464	-0.195	0.045	0.182	-0.602	0.000	0.002
C	0.199	-0.101	0.608	0.676	0.203	0.040	0.185	0.027	0.217	0.006
D	-0.322	0.225	-0.103	-0.127	0.807	0.222	0.331	0.098	-0.003	-0.000
E	0.349	0.358	-0.107	-0.185	0.129	-0.462	0.003	-0.034	0.688	0.013
F	-0.248	0.303	0.515	-0.369	-0.387	-0.054	0.541	0.023	-0.016	-0.000
G	0.370	0.323	0.109	0.022	0.201	-0.420	-0.015	-0.054	-0.660	0.303
H	-0.329	0.270	0.450	-0.129	0.138	0.056	-0.701	-0.287	0.063	-0.001
I	0.383	0.322	0.030	-0.037	-0.003	0.271	-0.041	0.044	-0.168	-0.801
J	-0.307	0.404	-0.122	0.343	-0.172	-0.137	-0.184	0.727	-0.004	-0.001
Eigenvalue	5.149	2.191	0.999	0.834	0.474	0.200	0.108	0.042	0.004	0.000
Proportion	0.515	0.219	0.100	0.083	0.047	0.020	0.011	0.004	0.000	0.000
Cumulative prop.	0.515	0.734	0.834	0.917	0.965	0.985	0.995	1.000	1.000	1.000

* Symbols of variable are shown in Table 2.

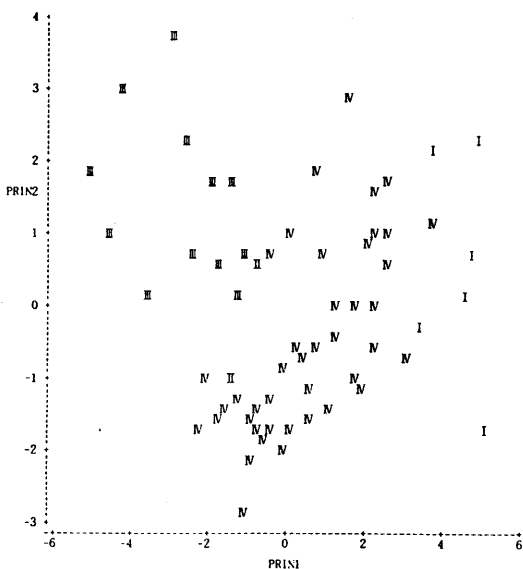


Fig. 2. Relationships among the 63 unit area by principal component analysis based on 10 terrain variables. Each number represent the type which resulted from cluster analysis.

3. 판별분류분석(Dicriminat analysis)

단위면적의 유형화에 가장 영향을 미치는 최소한의 변수를 검토하기 위하여 분석과정에서 가능

한 한 가장 유용하다고 판단되는 변수들의 집합을 선택하는 절차로서 단계적 판별분석법(Stepwise discriminant analysis)으로 분석하였다. 이러한 변수선택의 기준은 집단내 분산에 대한 집단간의 분산의 증감을 고려하는 F-통계량이나 U-통계량을 사용하거나 분류방법의 오분류율(misclassification rate)를 고려할 수 있다.

단계적 판별분석법 중 변수를 도입하고 제거하는 데 전후진적방법이 결합된 단계적(stepwise)형식을 써서 우선 전진적 방법으로 시작하여 각 단계마다 이미 앞서 선택된 변수들을 재고하는 방법을 이용하였다.

유의 수준 $\alpha = 0.01$ 에서 중지할 때 채택되는 지형변수는 10개의 변수중에서 곡밀도·기복량지수의 변이계수, 경사도의 변이계수, 곡밀도·기복량지수의 3개의 변수이며, 그 나머지는 제외되었다. 채택된 변수의 결과는 Table 7과 같다.

임지의 특수성을 조사하고 이산적 변수의 범위를 조사하기 위한 정준판별분석(Canonical discriminant analysis)은 Table 5와 같이 곡밀도·기복량지수의 변이계수, 경사도 변이계수, 곡밀도·기복량지수의 세개의 이산적 변수에 근거를 두고 수행되었다. 누적율은 표준정준계수 1과 2(Canonical 1, 2)가 79.8과 95%이다. 변수는 표준정준계수1(Canonical 1)에서 곡밀도·기복량지수의 변이계수와 경사도의 변이계수가 높은 상관이었으며, 표준정준계수2(Canonical2)

Table 7. Summary of selected variables by stepwise discriminant analysis
Significant level to enter and stay is 0.01.

Step	Variable	F Statistics	Significant Level
1	Index of density of valleys and streams unevenness of ground C. V. (%)	39.506	0.0001
2	Gradient C. V. (%)	12.371	0.0001
3	Index of density of valleys and streams unevenness of ground (%)	10.774	0.0001

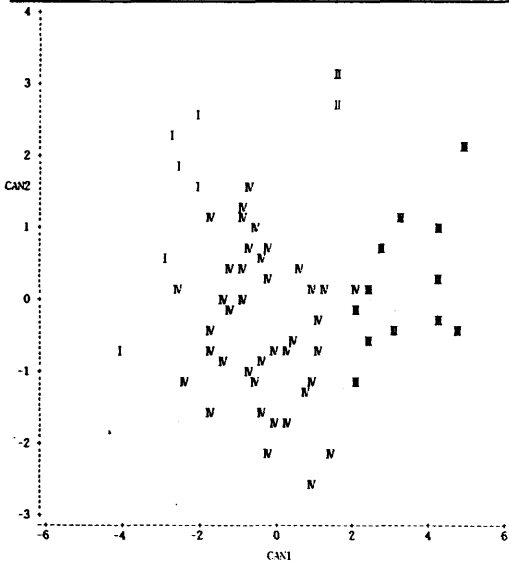


Fig. 3. Relationships among the 63 unit area by canonical discriminant analysis based on selected variables. Each numble represents the type which resulted from clusters.

에서 곡밀도·기복량지수의 변이계수와 곡밀도·기복량지수가 높은 상관이었다.

채택된 변수인 곡밀도·기복량지수의 변이계수, 경사도의 변이계수, 곡밀도·기복량지수에 근거를 둔 오분류 단위면적의 수와 오분류율(misclassification rate)을 정리하면 Table 6과 같다. 유형 I, II, III의 오분류율은 0%이고 유형 IV는 3개의 오분류로 인해 7.1%의 오분류율을 보여 주고 있다. 전체적으로는 총 63개의 단위면적 중에서 3개 단위면적이 오분류 되어 오분류율은 1.8%로 나타났다.

이상과 같이 강원도 춘천군 임업진흥촉진지역 21,417ha를 대상으로 임지분류를 위한 다변량해석의 10개 특성치, 즉 경사도, 곡밀도, 곡밀도·기복량지수, 지형지수, 경사도 변이계수, 곡밀도 변이계수, 곡밀도·기복량지수 변이계수, 지형지수 변이계수를 이용하여, 군집분석을 실시한 결과, 4개의 유형으로 분류되었고, 주성분분석에 의하면 경사도, 곡밀도, 곡밀도·기복량지수, 지

Table 8. Eigenvalues, cumulative proportions of explained variance and eigenvectors for a canonical variates by selected variables

Variable	CAN1	CAN2	CAN3
Index of density of valleys and streams unevenness of ground C. V. (%)	0.882	0.463	-0.092
Gradient C. V. (%)	0.723	-0.352	0.594
Index of density of valleys and streams unevenness of ground (%)	-0.590	0.440	0.676
Eigenvalue	3.080	0.590	0.192
Proportion	0.798	0.153	0.050
Cumulative prop.	0.798	0.950	1.000

Table 9. Estimation of the probability of misclassification for a discriminant analysis based on selected variables

To	From	I	II	III	IV	Total
I		6	0	0	2	
II		0	2	0	0	
III		0	0	13	1	
IV		0	0	0	39	
Total		6	2	13	42	63
Missclassified Number		0	0	0	3	3
Missclassified Rate		0.000	0.000	0.000	0.071	0.018

형지수 및 경사도의 변이계수 등에 높은 적재치가 주어졌다. 또한 임지분류를 위한 최소한의 변수선택을 위한 판별분석을 실시한 결과 곡밀도·기복량지수의 변이계수, 경사도 변이계수, 곡밀도·기복량지수 등이 임지분류와 높은 상관성을 보였으며 이들 3개 변수들의 판별능력을 검증한 결과 1.8%의 오분류율을 나타냈다.

이상의 다변량해석에 의한 임지분류의 결과를 근거로 하여 집재방법을 각 단지별로 살펴보면, 고성단지는 면적이 2,252ha로 7개의 단위면적 중에서 57%가 유형 II와 III의 완지형으로 분류되어 트랙터형 집재가 적합하고 43%가 급지형으로 중거리 가선집재형이 적합함을 보여 주었다. 가정단지(2,306ha)와 광판단지(2,627ha)는 각각 8개와 9개의 단위면적 중에서 65%와 67%가 유형 IV로 급지형으로 분류되어 대개 중거리 가선형의 집재가 적합하고, 35%와 33%가 완지형으로 나타났다. 지암단지(4,519ha)의 경우는 12개의 단위면적 중에서 58%가 유형 IV이고, 나머지 42%가 유형 I로 전체 지역이 급지형으로 분류되었으며 집재방법으로서는 중거리 가선형이 적합하며, 특히 지암단지는 다른 단지보다 상당히 지형이 험하고 복잡함을 볼 수 있다. 군자단지(3,400ha), 수동단지(3,894ha), 신포단지(2,430ha)는 전체면적중에서 각각 85%, 75%, 75%가 유형 IV에 속하는 급지형으로 분류되었으며 집재방법으로서는 중거리 가선집재형이 적합함을 나타내고 나머지는 유형 II 및 III으로 완지형으로 나타났다.

앞으로 임업진흥촉진지역을 대상으로 본 논문의 지형과 집재방법의 결과를 이용하여 우리나라에서 사용하고 있는 각종 집재기종에 대한 성

능과 제원을 고려한 각 지역별의 집재기종 선정과 노망정비에 대하여 검토할 예정이다.

引用文獻

1. Cha, D. S., T. Masutani, M. Imada, and Y. Sekiya. 1988. Classifying Natural Broadleaved Stands by Aerial Photographs and Multivariate Analysis - The Case of the Applied Forests of Palm Form Working System -. J. Fac. Agr., Kyushu Univ. 32(3.4):255-264.
2. 車斗松, 増谷利博, 今田盛生. 1988. 空中寫眞による掌狀作業法適用林の林相區分. 日林九支研論 No.41:37-38.
3. Denton S. R., G. A. Harris, and T. E. Hamilton. 1978. Land and Resource Classification - Who Cares ?. J. Forestry 76:644-646.
4. Denton, S. R. and B. V. Barnes. 1988. An Ecological Climatic Classification of Michigan : A Quantitative Approach. For. Sci. 34(1):119-138.
5. 堀高夫. 1965. 路網計劃のための圖上地形判定について. 日林誌 47(4) : 168-170.
6. 堀高夫, 菊池政泰. 1965. 集運材地域の平均傾斜判定法(I). 日林誌 47(10) :337-341.
7. 堀高夫. 1979. 森林利用學的的地形分類に関する研究(豫報). 90回日林誌 47(10) : 351-352.

8. Howard, A. F. and J. S. Tanz.. 1990. Optimal road spacing for multistage cable yarding operations. *Can. J. For. Res.* 20:669-673.
9. 上飯坂 實. 1975. 森林利用學序說. 地球社. 234pp.
10. Kim, J. H.. 1989. The Forest Communities of Mt. Chumbong Described by Combined Methods of Classification and Ordination. *Jour. Korean For. Soc.* 78(3):255-262.
11. Kovach, W. L.. 1986. M.V.S.P. ; A Multivariate Statistical Package for IBM PC and Compatible Ver. 1.3. Indiana Univ.. Bloomington. Indiana.
12. 李景宰, 趙在昌, 李鳳洙, 李道錫. 1990. 光陵 森林의 植物群集構造(I)- Classification과 Ordination 方法에 의한 蘇利峯지역의 植生分析 -. *韓林誌.* 79 (2):173-186.
13. 李景宰, 崔松鉉, 趙在昌. 1992. 光陵 森林의 植物群集構造(II) - Classification과 Ordination 方法에 의한 竹葉山地域의 植生分析 -. *韓林誌.* 81(3):214-223.
14. 李興均. 1987. 經濟的 運搬距離에 의한 林地 區分에 關한 研究 -홍천北方을 中心으로-. *林試研報* 35:28-32.
15. Loeffler, H. 1982. Terrain classification and its relation to operational methods. In: *Proceedings of FAO/ILO/IUFRO symposium on the planning and techniques of transport and its relation to operational activities in forestry.* Sandefjord. Norway:2-14.
16. Orloci, L.. 1978. *Multivariate Analysis in Vegetation Research.* 2nd ed. Junk. The Hague. 451pp.
17. Pielou, E. C.. 1984. *The Interpretation of Ecological Data : A Primer on Classification and Ordination.* John Wiley & Sons. New York. 263pp.
18. Pregitzer, K. S.. 1981. Relationships Among Physiography, Soils and Vegetation of the McCormic Experimental Forest. Upper Michigan. Ph. D. Dissertation. Univ. of Michigan. Ann Arbor. 205pp.
19. Romesburg, H. C.. 1984. *Cluster Analysis for Researchers.* Lifetime Learning Publications. Belmont California. U. S. A.. 334pp.
20. Rowan, A. A.. 1977. Terrain classification. *Forestry Commission Forest Record* 114. HMSO. Lodon. 23pp.
21. 山林廳. 1988. 林業振興促進地域基本計劃. 79pp.
22. SAS Institute Inc.. 1986. *SAS/STAT Guide for Personal Computers.* Verson 6 Edition. 378pp.
23. Skramo, A. A.. 1977. Terrain classification and the influence of terrain factors on forest conditions. In: *Proceeding of 16th World Congress Div. :* 175-186.
24. Spies, T. A. and B. V. Barnes. 1985. A Multifactor Ecological Classification of the Northern Hardwood and Conifer Ecosystems of Sylvania Recreation Area. Upper Peninsular. Michigan. *Can. J. For. Res.* 15:949-960.
25. Trzesniowski, A.. 1982. Cable operations under steep Central European forestry conditions. In: *Proceedings on FAO/ILO/IUFRO symposium on the planning and techniques of transport and its relation to operational activities in forestry.* Sandefjord. Norway: 137-156.
26. Van Groenewoud. 1984. *The Climatic Regions of New Brunswick : A Multivarire Analysis of Meteorological Data.* *Can. J. For. Res.* 14:389-394.
27. Yun, J. W., D. S. Cha, and H. K. Cho. 1992. Classification of Black Pine (*Pinus thunbergii*) Forests by Multivariate Analysis. *Res. Bull. Exp. For. Kangweon Nat,l Univ..* No. 12:59-70.