韓國林學會誌 85(2) : 149 - 157. 1996
Jour. Korean For. Soc. 85(2) : 149 - 157. 1996

多基準意思決定法에 의한 林道開設順位의 決定[1]

車斗松[2] · 曺丘鉉[2] · 金鍾閏[3]

Determination of Forest Road Construction Priority Order Using Multiple Criteria Decision Making Methods[1]

Du Song Cha[2], Koo Hyun Cho[2] and Jong Yoon Kim[3]

要 約

본 연구는 22개 지역에 대하여 임목수확 및 무육작업을 위한 임도개설순위를 결정하기 위하여, 다기준의사결정법중에 선호보정이 없는 모형인 최대최소법 및 최대최대법, 선호보정이 있는 모형인 단순가중치법, 계층가중치법 및 TOPSIS법의 적용성을 검토하였다. 그 결과 단순가중치법과 TOPSIS법이 임도개설순위의 결정에 적합한 것으로 판명되었다.

ABSTRACT

The applications of multiple criteria decision making(MCDM) methods were investigated to determine the priority order in forest road construction for timber harvesting and silvicultrual activities in 22 regions. In this paper, MCDM methods have five methods from two kinds of models. The one is non-compensatory preference model including maximin and maximax method; the other is compensatory preference model including simple additive weighting method(SAW), hierarchical additive weighting method(HAW) and technique for order preference by similarity to ideal solution(TOPSIS). SAW and TOPSIS methods turned out to be the most adequate for forest road construction priority order among the five methods tested in this study.

Key words : forest road construction priority order, multiple criteria decision making(MCDM), timber harvesting, silvicultrual activities

緖 論

합리적인 임업경영 및 산림작업의 기계화를 위한 基盤施設인 林道는 산지개발의 주체로서, 또한 사회간접자본으로서 농산촌의 生活道로서 그 역할을 다하고 있다(車斗松 等, 1990). 이와 같은 임도의 문제는 국내에서는 적정임도밀도(車斗松과 曺丘鉉, 1994ab) 및 적정임도망의 배치(車斗松과 李俊雨, 1992 ; 金鍾閏 等 1992), 임도의 토사유출, 식생피복 및 녹화공법 등의 측면에서 많은 연구가 진행되고 있다(禹保命 等, 1993, 1994 ; 全槿雨와 吳在萬, 1993).

그러나 임업경영의 측면에서 보면, 이들의 문제와 동시에 임도의 예정노선을 어떠한 순서로서 開設할 것인가 하는 문제도 대단히 중요한 과제로 대두된다. 이것은 단지 임도건설의 기술적인 문제라기 보다는 삼림시업적인 문제로서 취급할

1 接受 1995年 8月 30日 Received on August 30, 1995.
2 江原大學校 林科大學 森林經營學科 Dept. of Forest management, College of Forestry, Kangwon Nat'l. Univ., Chunchon, 200-701, Korea.
3 山林廳 林業硏究院 Forestry Research Institute, Seoul, 130-012, Korea.

필요가 있는 것이다. 각 지역의 삼림은 여러가지 林分이 존재하며, 또한 그 임분에는 주벌 및 간벌, 무육 등의 삼림시업이 요구되고 있다. 따라서 이 요구를 충족시킬 수 있도록 임도는 개설되어야 할 것이다. 그러나, 임도개설비 및 시공기술 등의 측면에서 전 계획노선이 동시에 개설된다는 것은 현실적으로 무리한 것으로 그 山林이 갖고 있는 특성 및 기능을 면밀히 파악하여 임업경영의 목적에 부합되는 林道路線을 우선적으로 개설하여 임도의 기능을 최대한으로 발휘시킬 필요성이 있는 것이다(車斗松 等, 1995).

지금까지 林道開設 順位決定에 관한 선행연구로서 木平勇吉(1983)은 收穫豫定에 林道計劃을 취급하기 위하여 임도개설순위를 이미 알고 있다는 전제하에서 그 벌채임분의 분배를 0-1線型計劃法으로 하였고, 南雲秀次郎와 北岡篤(1983)는 하나의 임분이 하나의 개설구간에 대응하는 것을 전제로 0-1선형계획법으로 임도이용에 의해 발생되는 작업경비의 절감액을 최대로 하는 林道開設順位 決定方法을 제안하였으며, 北川勝弘과 森岡昇(1983)은 대상임지의 산림작업에 필요한 노동력과 일정한 도달거리내의 임지면적률에 의해서 林道開設必要度를 산출하여 순위결정을 하였다. 또한 酒井徹郎(1986)는 각 임분의 시업상태와 路網의 개설상태에 따라 開設評價를 실시하여 기간마다 벌채량 등을 일정 범위내에 억제하여, 그 합계를 최대(최소)로 하는 개설순위를 동적계획법(Dynamic programming)으로 결정하였으며, 大川畑修(1993)은 임도의 여러가지 기능 및 다양한 삼림시업법에 통일적으로 적용할 수 있는 林道開發效果의 산정법을 도입하여 임도개설순위의 판정기준을 설정하였다. 그러나 이 모든 연구들은 집약적인 삼림시업지에서의 수확 및 임업적인 측면에서 노동력을 중점으로 하는 개설순위의 결정이었다.

반면에 우리나라와 같이 林道事業의 초기단계에서는 지역 및 임업적인 측면에서의 광범위하고 다양한 판단기준에 의한 임도개설 순위결정이 요구되고 있으며 이를 위해서는 多基準意思決定法의 도입이 적합할 것으로 판단된다. 이 결정법은 경제학, 심리학 및 통계학에서 많이 이용되는 방법으로 모든 경영자들은 서로 상반된 기준과 불완전한 정보 및 제한된 자원하에서 最適의 意思決定을 내리는 방법이다(金聖曦, 1991 ; 金永輝 等, 1993 ; 李相鎔, 1992). 이에 대한 임학분야에서의 연구는 최초로 Howard(1991)가 이 결정법을 임업분야에 적용될 수 있도록 정립하였으며, 또한 Howard와 Nelson(1992)은 실제적으로 임지의 이용방법에서 收穫計劃과 割當問題에 이 결정법을 적용하여 그 유용성을 입증하였다.

따라서 본 연구는 多基準意思決定法을 이용하여 전국의 22개 지역을 대상으로 林木收穫 및 撫育作業을 위한 임도개설 순위결정을 적용·검토하였다.

資料 및 方法

1. 資 料

대상지역은 전국의 22개 지역(강릉, 양양, 삼척, 평창, 정선, 춘천, 무주, 함양, 영덕, 울진, 영주지역의 각각 2개소)을 대상으로 인공림률(%), 유령림률(%), 지리급, 평균직경(cm), 벌채면적률(%)(車斗松 等, 1995) 및 마을수는 재조사를 실시하여 총 6개 요소로 하였다.

단, 人工林率은 전 대상면적 중의 인공림 면적의 比이며, 幼齡林率은 전 대상면적 중의 III영급 이하 면적의 比, 伐採面積率은 전 대상면적 중의 IV영급 이상 면적의 比이다.

2. 方 法

다기준의사결정법은 의사결정을 내리기 위한 요소가 어떻게 처리되는 가에 의해 여러가지 분류가 가능하지만, 일반적으로 많이 사용되고 있는 選好補正이 없는 모형중에서 최대최소법과 최대최대법, 選好補正이 있는 모형중에서 단순가중치법, 계층가중치법 및 TOPSIS법을 이용하여 林道開設順位를 결정한다(金聖曦, 1991 ; 金永輝 等, 1993 ; 李相鎔, 1992).

1) 選好補正이 없는 模型(Non-compensatory preference model)

(1) 最大最小法(Maximin method)

代案의 성과가 가장 취약하고 나쁜 요소의 평가에 의해 결정되는 상황에서 각 代案의 가장 낮은 評價値(최소요소치)를 조사하여 그들 중 가장 큰 값을(최대치) 갖는 代案을 선택하여 그 順位를 결정한다.

모든 要素値가 공통된 척도를 가질 때, 이 방법에 의해 선택될 대안들은 식(1)과 같이 정의할

수 있다.

$$A^{+}=\{A_i|\max_i \min_j r_{ij}\}$$

$$j=1,\cdots,n,\ i=1,\cdots,m. \quad (1)$$

여기에서 선형변환(linear scale transformation)된 요소치 r_{ij}는 각 요소에서 要素值 최대값으로 나머지 요소치를 나누는 방법으로 이윤에 관계된 요소, 즉 수치가 높을수록 높은 選好를 갖는 이익요소(Beneficial attributes)에서 $x_j^*=\max_i x_{ij}$ 라 할 때, 변환된 요소치는 식(2)와 같다.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_j^*} \quad (2)$$

그리고 費用에 관계된 要素, 수치가 낮을 수록 높은 선호를 갖는 비용요소(Cost attributes)의 변환된 요소치 r_{ij}는 식(3)과 같다.

$$r_{ij} = \frac{1/x_{ij}}{\max_i(1/x_{ij})} = \frac{\min_i x_{ij}}{x_{ij}} \quad (3)$$

(2) 最大最大法(Maximax method)

最大最小法과는 달리 最大最大法은 각 대안의 가장 좋은 평가치를 구한 뒤 대안선택을 위해 이 값들끼리 비교하여 順位를 결정하는 방법으로, 최대최소법과 같이 동일한 척도를 가져야 한다. 선택되어질 代案 A^+는 식(4)와 같다.

$$A^{+}=\{A_i|\max_i \max_j r_{ij}\}$$

$$j=1,\cdots,n,\ i=1,\cdots,m. \quad (4)$$

2) 選好補正이 있는 模型(Compensatory preference model)

(1) 單純加重值法(Simple Additive Weighting method : SAW)

각 代案의 요소에서 최대최소법 및 최대최대법과 동일한 방법으로 각 요소 값을 요소변환한 후, 식(5)와 같이 加重值를 곱해 각 대안의 요소합(A^*)을 구하여 가장 높은 값으로 대안의 順位를 결정한다.

$$A^* = \{A_i|\max_i(\sum_{j=1}^{n} w_j x_{ij}/\sum_{j=1}^{n} w_j)\} \quad (5)$$

$\sum_{j=1}^{n} w_j = 1$은 1이 되도록 가중치는 정규화(normalization)한다.

여기에서 가중치 산출방법은 엔트로피(entropy)법을 이용하였으며, 그 방법은 다음과 같다(金聖曦, 1991).

즉, m개의 대안과 n개의 요소(기준)을 갖는 의사결정행렬 D가 주어졌을 때, 代案i의 요소 j(x_{ij})에 대한 평가치 P_{ij}는 모든 i, j에 대해 다음 식(6)과 같으며,

$$P_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^{m} x_{ij}} \quad (6)$$

요소 j에서 평가치에 대한 엔트로피 E_j는 모든 j에 대해 식(7)과 같다.

$$E_j = -k\sum_{i=1}^{m} P_{ij}\log P_{ij} \quad (7)$$

여기에서 k는 상수로서 1/logm이며, 이때 $0 \le E_j \le 1$이다.

또한 요소 j에서의 評價에 의해 제공되는 정보의 다양함의 정도(Degree of diversification) d_j는 모든 j에 대해 다음 식(8)과 같다.

$$d_j = 1-E_j \quad (8)$$

여기에서 加重值 w_j는 모든 j에 대해 다음 식(9)와 같다.

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{i=1}^{n} d_j} \quad (9)$$

(2) 階層加重值法(Hierarchical Additive Weighting method : HAW)

수치가 크면 클수록 좋은 利益要素일 때와, 수치가 작으면 작을 수록 좋은 費用要素일 때로 나누어 다음 식(10) 및 (11)에 의하여 각 요소 값을 요소변환한 후, 식(12)와 같이 각 대안의 階層的 우선도(A^*)를 구하여 그 값이 최대가 되는 대안부터 순위를 결정한다.

利益要素일 때,

$$k_j = \frac{x_{ij}}{\sum_{j=1}^{n} x_{ij}},\ j = 1,\cdots,n \quad (10)$$

費用要素일 때,

$$k_j = \frac{(1/x_{ij})}{(\sum_{j=1}^{n} 1/x_{ij})}, \quad j = 1, \cdots, n \qquad (11)$$

$$A^* = \{A_i | \max_i (\sum_{j=1}^{n} w_j k_j / \sum_{j=1}^{n} w_j)\} \qquad (12)$$

단, $\sum_{j=1}^{n} w_j = 1$은 1이 되도록 가중치는 정규화한다.

여기에서 가중치는 엔트로피법에 의하여 산출한다.

(3) TOPSIS법(Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution)

상대적인 近接距離를 이상적인 해와 부이상적 해를 동시에 고려하여 代案의 順位를 결정하는 것으로, 순위결정단계는 다음과 같다.

step 1 : 의사결정행렬을 벡터정규화(vector normalization)한다.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} x_{ij}^2}} \qquad (13)$$

step 2 : 正規化된 의사결정행렬에 加重値를 부여한다. 단 가중치는 엔트로피법에 의하여 산출한다.

$$v_{ij} = w_i r_{ij} \quad i=1, \cdots, m, \quad j=1, \cdots, n \qquad (14)$$

step 3 : 理想的 해와 負理想的 해를 결정한다.

$$A^+ = \{(\max_i v_{ij} | j \in J), (\min_i v_{ij} | j \in J') | i=1, \cdots, m\} = (v_1^+, \cdots, v_j^+, \cdots, v_n^+) \qquad (15)$$

$$A^- = \{(\min_i v_{ij} | j \in J), (\max_i v_{ij} | j \in J') | i=1, \cdots, m\} = (v_1^-, \cdots, v_j^-, \cdots, v_n^-) \qquad (16)$$

J = {j|j는 利益과 관련된 要素}

J' = {j|j는 費用과 관련된 要素}로 정의한다.

A^+와 A^-는 각각 가장 선호도가 높은 理想代案과 가장 선호도가 낮은 이상대안을 나타내게 된다.

step 4 : 間隔尺度(separation measure)를 구한다.

理想的 解로부터의 간격은 식(17)과 같다.

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} (v_{ij} - v_j^+)^2} \quad i=1, \cdots, m \qquad (17)$$

負理想的 解로부터의 간격은 식(18)과 같다.

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^{n} (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad i=1, \cdots, m \qquad (18)$$

step 5 : 理想的 解로 부터의 相對的 접근도(relative closeness)를 계산한다. 대안 A_i의 이상적 해 A^+에 대한 근접도 C_i^-는 식(19)와 같다.

$$C_i^+ = S_i^- / (S_i^+ + S_i^-), \quad 0 < C_i^+ < 1, \; i=1, \cdots, m \qquad (19)$$

step 6 : C_i^+의 크기에 따라서 選好順序(preference order)를 결정한다.

結果 및 考察

전국의 22개 지역에 대한 6개의 요소값을 이용하여 선호보정이 없는 모형과 선호보정이 있는 모형의 5가지 방법에 의하여 林木收穫 및 撫育作業을 위한 林道開設順位를 결정하였다.

Table 1은 6개 요소값을 조사한 결과를 나타내고 있다.

1. 林木收穫을 위한 임도개설순위의 결정

임목수확을 위한 林道開設順位는 일반적으로 6개의 요소중에서 인공림률, 평균직경, 벌채면적률, 마을수의 4개 요소는 수치가 높을 수록, 유령림률, 지리급의 2개 요소는 수치가 낮을 수록 임목수확에 적합하다고 판단하여, 전자를 이익요소 후자를 비용요소로 구분하여 요소변환을 실시하였다.

여기에서 選好補正이 있는 模型의 가중치는 식(9)에 의하여 산출하였으며, 그 결과는 Table 2와 같다.

Table 1 및 Table 2를 이용하여 다기준의사결정법의 5가지 방법에 의한 임도개설순위는 Table 3과 같다.

각각의 방법별에 의한 林道開設順位를 살펴보면, 선호보정이 없는 모형중에서 최대최소법은 最小의 요소치들을 구하여 그 중의 最大値를 갖는 대안을 선택하게 되므로 최소의 요소치가 그 대안을 대표한다고 볼 수 있으므로 약간의 불합리성을 내포하고 있다고 할 수 있으나 모든 요소

Table 1. The values of six factors for 22 regions

Region	Artificial forest(%)	Young forest(%)	Mean DBH (cm)	Class of location	Cutting area(%)	No. of village
Kangnung 1	12	12	16	2	66	4
Kangnung 2	22	22	8	1	64	3
Yangyang 1	15	15	16	2	77	5
Yangyang 2	2	2	18	3	98	4
Samchok 1	37	37	12	2	60	3
Samchok 2	23	23	14	2	60	2
Pyungchang 1	19	19	14	1	66	5
Pyungchang 2	49	49	16	2	32	9
Jungsun 1	6	6	18	2	90	6
Jungsun 2	28	28	18	2	70	5
Chunchon 1	31	31	12	1	1	2
Chunchon 2	60	60	12	2	11	3
Muju 1	30	23	20	2	69	3
Muju 2	55	45	20	2	48	2
Hamyang 1	58	58	12	1	40	1
Hamyang 2	52	52	12	2	29	1
Yungduk 1	15	15	16	1	71	1
Yungduk 2	26	26	12	1	46	2
Uljin 1	12	7	18	2	60	3
Uljin 2	9	9	10	2	61	1
Yungju 1	19	19	14	2	54	1
Yungju 2	37	37	16	2	63	2

Table 2. Entropy, degree of diversification and weight

	Artificial forest(%)	Young forest(%)	Mean DBH (cm)	Class of location	Cutting area(%)	No. of village
E_j	0.9375	0.9353	0.9923	0.9854	0.9661	0.9409
d_j	0.0625	0.0647	0.0077	0.0146	0.0339	0.0591
w_j	0.2578	0.2667	0.0317	0.0603	0.1397	0.2438

치를 공히 만족시킬 수 있어야 하는 代案의 선택에 있어서 이용될 수 있는 순위결정방법이라 하겠다. 그러나 開設順位가 영덕1와 울진2, 평창1과 영주1, 무주1과 삼척2, 삼척1과 영주2 및 삼척2와 양양2 지역이 동일하게 나타나고 있다. 順位에 대한 요소의 특징을 5순위마다 집단화하여 살펴보면, 인공림률 및 유령림률은 순위가 낮아질수록 요소의 값은 크게 나타나고 있다.

즉 人工林率의 제1~5순위는 평균 12.6%에서 제16~22순위는 44.7%, 幼齡林率은 평균 11.6%에서 43.3%로 점차적으로 높게 나타나고 있다. 반면에 伐採面積率은 제1~5순위는 평균 67%에서 제16~22순위는 45.8%로서 요소의 값이 높으면 높을수록 순위는 높아지는 경향이 있다.

最大最大法은 최대최소법과는 달리 최대의 요소치가 그 代案을 대표하게 됨으로서 어떤 한가지 요소를 최대로 만족할 때, 순위가 결정되게 된다. Table 3에서 무주2에서 춘천2까지의 11지역이 제1순위의 동일 순위가 결정되었으며, 울진1과 정선2, 그리고 영주2, 양양1, 강릉1 및 영주1과 삼척2 지역이 동일한 순위로 결정되었다. 순위에 대한 종합적인 요소의 값을 살펴보면, 최대최소법과는 반대의 경향이 나타나고 있다.

즉 人工林率의 제1~5순위는 평균 40.4%에서 제16~22순위는 21.8%, 幼齡林率은 37%에서 21.7%로 순위가 낮을수록 요소의 값은 작게 나타나며, 반대로 伐採面積率은 제1~5순위 35%에서 제16~22순위 63%로 순위가 낮을수록 요소의

Table 3. Comparison of 5 ranking methods for timber harvesting

Rank	Ranking method									
	Maximin		Maximax		SAW		HAW		TOPSIS	
1	uj1	0.2000	mj2	1.0000	yy2	0.5720	pc2	0.0830	pc2	0.6044
2	kn1	0.1667	cc1	1.0000	pc2	0.5663	cc2	0.0682	js1	0.5603
3	yj1	0.1333	pc2	1.0000	js1	0.4642	hy1	0.0611	yy1	0.5240
4	yd1	0.1111	yy2	1.0000	js2	0.4333	mj2	0.0608	pc1	0.5192
5	uj2	0.1111	kn2	1.0000	mj2	0.4326	hy2	0.0562	js2	0.5155
6	pc1	0.1053	hy1	1.0000	hy1	0.4218	js2	0.0549	yy2	0.5016
7	yj1	0.1053	pc1	1.0000	pc1	0.4217	sc1	0.0538	kn1	0.4825
8	js1	0.1000	yd1	1.0000	cc2	0.4128	yj2	0.0510	uj1	0.4677
9	kn2	0.0909	yd2	1.0000	yy1	0.4007	mj1	0.0464	mj1	0.4638
10	mj1	0.0870	mj1	1.0000	mj1	0.3936	pc1	0.0448	kn2	0.4357
11	sc2	0.0870	cc2	1.0000	sc1	0.3894	yy1	0.0443	mj2	0.4299
12	yd2	0.0769	js1	0.9184	yj2	0.3729	js1	0.0417	sc1	0.4194
13	js2	0.0714	uj1	0.9000	kn2	0.3643	kn2	0.0394	cc2	0.4185
14	cc1	0.0645	js2	0.9000	kn1	0.3540	sc2	0.0383	uj2	0.4016
15	sc1	0.0541	hy2	0.8667	uj1	0.3532	yd2	0.0376	sc2	0.3964
16	yj2	0.0541	yj2	0.8000	hy2	0.3513	cc1	0.0369	yd1	0.3963
17	mj2	0.0444	yy1	0.8000	yd2	0.3313	kn1	0.0369	yj2	0.3885
18	pc2	0.0408	kn1	0.8000	sc2	0.3141	yy2	0.0335	yd2	0.3862
19	hy2	0.0385	yj1	0.7000	yd1	0.3140	yj1	0.0306	hy1	0.3855
20	hy1	0.0345	sc2	0.7000	cc1	0.2853	uj1	0.0305	yj1	0.3756
21	cc2	0.0333	uj2	0.6224	yj1	0.2661	yd1	0.0277	hy2	0.3662
22	yy2	0.0333	sc1	0.6167	uj2	0.2580	uj2	0.0223	cc1	0.3597

kn : Kangnung region, yy : Yangyang region, sc : Samchok region, pc : Pyungchang region, js : Jungsun region, cc : Chunchon region, mj : Muju region, hy : Hamyamg region, yd : Yungduk region, uj : Uljin region, yj : Yungju region

값은 높게 나타나는 경향을 보였다.

또한 選好補正이 있는 模型중에서 단순가중치법은 각 요소의 규준화된 평가치에 단순히 가중치를 곱하여 순위를 결정하는 방법이므로 객관화된 가중치를 정확하게 산출하는 것만이 정확한 순위를 결정할 수 있다. 제1순위에서 5순위까지의 지역을 살펴보면, 양양2, 평창2, 정선1, 정선2, 무주2의 지역순으로, 특징적인 요소를 살펴보면 平均直徑級이 제1~5순위의 평균 18cm에서 제16~22순위는 12.8cm로, 伐採面積率은 제1~5순위의 67.6%에서 제16~22순위는 46%로 순위가 높을수록 요소의 값은 높게 나타나는 경향을 보였으며 또한 地利級 및 마을수도 일반적으로 순위가 높을수록 요소의 값은 크게 나타나는 경향을 보였다.

階層加重值法은 단순가중치법과 같이 가중치가 높은 요인이 순위를 결정하는 데 주요인으로 작용하지만, 요소의 階層的 構造를 가지고 있으므로 요소의 상호간 관계의 優先度를 구하여 가중치를 주므로써 요소간의 상쇄효과를 단순가중치보다 높게 할 수 있다. 제1순위에서 5순위까지의 지역을 살펴보면, 평창2, 춘천2, 함양1, 무주2, 함양2 지역의 순위지만, 순위의 변화에 따라서 요소의 값들이 일정한 增減의 형태는 나타내지 않고 있다.

TOPSIS법은 최종적으로 선택된 대안은 이상적인 해로 부터 가장 가깝고, 부이상적인 해로부터 가장 멀어야 한다는 개념하에 개발된 것으로, 제1순위에 5순위까지의 지역을 살펴보면 평창2, 정선1, 양양1, 평창1 및 정선2 지역의 순위이며, 直徑級 및 마을수는 순위가 높을수록 요소의 값이 높은 수치를 나타내고 있다. 즉, 直徑級은 제1~5순위의 요소값이 16.4cm에서 제16~22순위는 13.4cm로 나타났으며, 반면에 人工林率에서는 제1~5순위 23.4%에서 제16~22순위는 34%로 순위가 높으면 높을수록 요소의 값은 낮은 수치를 보여주고 있다.

또한 위의 5가지 방법의 종합적인 결과를 살펴

보면, 5순위를 1그룹으로 하여 각 순위결정방법별로 2번이상 동일 그룹내에 있는 것을 %로 나타내면, 제1순위부터 5순까지는 52%의 지역이 동일그룹에 속하였으며, 제6순위부터 10순위까지는 52%, 제11순위부터 15순위까지는 72%, 제16순위부터 20순위까지는 80%의 지역이 동일그룹에 속하였다.

2. 撫育作業을 위한 임도개설순위의 결정

撫育作業을 위한 林道開設順位는 일반적으로 6개의 요소중에서 인공림률, 유령림률, 마을수의 3개 요소는 이익요소로서 수치가 높을 수록, 지리급, 평균직경, 벌채면적률의 3개 요소는 비용요소로서 수치가 낮을 수록 무육작업에 적합하다고 판단되어 요소변환을 실시하였다.

또한 여기에서의 가중치 산출결과는 Table 2와 같으며, Table 1 및 Table 2를 이용한 임도개설순위는 Table 4과 같다.

각각의 방법별에 의한 林道開設順位를 살펴보면, 選好補正이 없는 모형중에서 最大最小法은 울진1, 삼척2, 삼척1 및 평창1과 강릉1 지역이 개설순위가 동일하게 나타났으며 順位에 대한 요소의 특징을 살펴보면, 林木收穫을 위한 개설순위와는 인공림률, 유령림률 및 벌채면적률이 상반된 경향이 나타났다. 즉 人工林率과 幼齡林率은 제1~5순위의 요소값이 50%에서 제16~22순위는 15.4%와 14.4%로 순위가 낮으면 낮을수록 요소의 값은 낮게 나타났으며, 伐採面積率은 제1~5순위는 22.6%에서 제16~22순위는 77.3%로서 순위가 낮을수록 요소의 값은 높게 나타나고 있다.

最大最大法은 Table 4와 같이 함양1에서 영덕1까지의 8개 지역, 삼척1과 정선1의 2개 지역, 영주1과 삼척2의 2개 지역 및 울진1, 강릉1, 무주1의 3개지역이 동일순위로 나타났다. 특히 伐採面積率은 제1~5순위는 32.2%에서 제16~22순위는 7.06%로서 순위가 낮을수록 요소의 값은 높게 되며, 그 이외의 요소값들은 일정한 경향을 나타내고 있지 않았다.

選好補正이 있는 模型중의 3가지 방법의 공통

Table 4. Comparison of 5 ranking methods for silvicultural activities

Rank	Ranking method									
	Maximin		Maximax		SAW		HAW		TOPSIS	
1	cc1	0.2222	hy1	1.0000	pc2	0.7225	pc2	0.0830	pc2	0.8380
2	cc2	0.0909	kn2	1.0000	cc2	0.6698	cc2	0.0682	cc2	0.6380
3	hy2	0.0345	cc2	1.0000	hy1	0.6190	hy1	0.0611	hy1	0.5493
4	pc2	0.0313	yd2	1.0000	cc1	0.5463	mj2	0.0608	mj2	0.5320
5	hy1	0.0250	pc2	1.0000	hy2	0.5378	hy2	0.0562	hy2	0.5221
6	yd2	0.0217	cc1	1.0000	mj2	0.5363	js2	0.0549	sc1	0.4648
7	mj2	0.0208	pc1	1.0000	sc1	0.4583	sc1	0.0538	js2	0.4573
8	yj1	0.0185	yd1	1.0000	js2	0.4264	yj2	0.0510	yj2	0.4282
9	uj1	0.0167	mj2	0.9167	yj2	0.4258	mj1	0.0464	cc1	0.4182
10	sc2	0.0167	hy2	0.8667	pc1	0.3821	pc1	0.0448	pc1	0.3807
11	sc1	0.0167	uj2	0.8000	kn2	0.3678	yy1	0.0443	mj1	0.3552
12	uj2	0.0164	sc1	0.6667	yd2	0.3659	js1	0.0417	yy1	0.3385
13	yj2	0.0159	js1	0.6667	mj1	0.3573	kn2	0.0394	yd2	0.3379
14	k2	0.0156	yj2	0.6167	yy1	0.3144	sc2	0.0383	js1	0.3312
15	pc1	0.0152	yj1	0.5714	sc2	0.3058	yd2	0.0376	kn2	0.3191
16	kn1	0.0152	sc2	0.5714	kn1	0.2614	cc1	0.0369	sc2	0.2925
17	mj1	0.0145	yy1	0.5556	js1	0.2608	kn1	0.0369	kn1	0.2697
18	js2	0.0143	js2	0.5556	yj1	0.2440	yy2	0.0335	yj1	0.2356
19	yd1	0.0141	uj1	0.5000	yd1	0.2363	yj1	0.0306	uj1	0.2049
20	yy1	0.0130	kn1	0.5000	uj1	0.2105	uj1	0.0305	yy2	0.2041
21	js1	0.0111	mj1	0.5000	uj2	0.1636	yd1	0.0277	yd1	0.1868
22	yy2	0.0102	yy2	0.4444	yy2	0.1615	uj2	0.0223	uj2	0.1330

* Symbols of region are shown in Table 3.

점은 제1순위인 평창2, 제2순위인 춘천2, 제3순위인 함양1, 제5순위인 함양2, 제10순위인 평창1의 지역이 동일순위를 보여주고 있다. 單純加重値法은 유령림률 및 인공림률이 제1~5순위에서 50%, 제16~22순위에서 10.7% 및 10%로서 순위가 높을수록 요소의 값은 높게 나타나고 있으며, 벌채면적률은 제1~5순위에서 22.6%, 제16~22순위에서 71.4%로서 순위가 낮을수록 요소의 값은 높게 보여주고 있다. 그러나 階層加重値法은 임목수확을 위한 임도개설순위와 동일한 결과를 보여주고 있다. 즉 인공림률은 제1~5순위가 54.8%에서 제16~22순위 14.3%로서, 유령림률은 52.8%에서 13.6%로서 순위가 높을수록 요소의값이 높게 나타났다.

또한 TOPSIS법에서는 人工林率은 제1~5순위의 요소값이 54.4%에서 제16~22순위 13.1%로서, 幼齡林率은 52.8%에서 12.4%로서 요소의 값이 높으면 높을수록 순위는 높게 나타나고 있으며, 반면에 直徑級에서는 제1~5순위에서 14.4cm, 제16~22순위에서 15.1cm로서 순위가 높으면 요소의 값은 낮게 나타나는 경향이 있다.

撫育作業을 위한 林道開設順位를 종합적으로 살펴보면, 5순위를 1그룹으로 하여 각 순위결정 방법별로 2번이상 동일 그룹내에 있는 것을 %로 나타내면, 1순위부터 5순까지는 92%의 지역이 동일그룹에 속하였으며, 6순위부터 10순위까지는 76%, 11순위부터 15순위까지는 88%, 16순위부터 20순위까지의 그룹은 88%의 지역이 동일그룹으로 임목수확을 위한 開設順位보다 높은 수치를 나타내었다.

結 論

이상과 같이 多基準意思決定法에 의한 임도개설순위에 있어서 林木收穫 및 撫育作業을 위한 개설순위의 결정에 영향을 미치는 요소들은 서로 상반된 값을 가지고 있으며, 選好補正이 없는 模型의 최대최소법과 최대최대법은 다수의 동일순위가 나타났다. 특히 최대최소법은 제1순위부터 제8~10순위까지 동일하게 순위결정이 되었다. 또한 選好補正이 있는 模型중에서도 계층가중치법은 두가지의 경영목적에 따른 개설순위가 동일한 결과로 나타났다. 이것은 階層加重値法의 요소의 계층적 구조가 요소의 상호간 관계의 우선도를 구하여 가중치를 주므로써 요소간의 相殺效果가 단순가중치보다 높았기 때문으로 사료된다.

따라서 多基準意思決定法에 의한 임도개설순위의 결정은 개설순위의 중복이 발생되지 않고, 특히 서로 다른 경영목적에 부합되는 개설순위를 결정할 수 있으며 계산이 단순한 單純加重値法(Howard, 1991)과 계산절차가 수학적이며 체계적인 TOPSIS법을 이용하는 것이 타당한 것으로 판단되었으나, 임도개설순위의 결정에 영향을 미치는 요소들에 대한 선정은 연구검토가 필요한 것으로 사료된다. 또한 이들의 요소가 결정된다면 위의 방법을 이용한 임도개설순위의 결정이 합리적일 것으로 판단된다.

引 用 文 獻

1. 金聖曦. 1991. 意思決定論 - 分析 및 應用 -. 英志文化社. 502pp.
2. 金永輝・金聖植・金成寅・金勝權 譯. 1993. 經濟性工學 第6版. 淸文閣. 698pp.
3. 金鍾閏・車斗松・金贊會. 1992. 數値地形圖를 이용한 最適林道網 編成方法. 林硏硏報 44 : 120-132.
4. 南雲秀次郎・北岡 篤. 1983. 線型モデルによる收穫豫定法の硏究(Ⅱ)東京大學千葉演習林における林道開設順序の決定. 日林誌 65(5) : 172-178.
5. 大川畑 修. 1993. 林道の開設效果の算定法と開設順位の決定法. 森林總硏所報 No. 61 : 4-5.
6. 木平勇吉. 1982. 收穫豫定のための0 - 1線型計劃法の解法(Ⅲ)林道計劃を取り入れた收穫豫定法と適用事例. 日林誌 64 : 27-31.
7. 北川勝弘・森岡 昇. 1983. 森林作業の面からみた林道開設必要度の評價. 94回 日林論 : 699-702.
8. 李相鎔. 1992. 經濟性工學. 螢雪出版社. 473pp.
9. 禹保命・權台鎬・金南椿. 1993. 林道비탈면의 自然植生侵入과 효과적인 비탈면 綠化工法 開發에 관한 硏究. 韓林誌 82(4) : 381-395.
10. 禹保命・朴在鉉・金慶勳. 1994. 伐採跡地 運材路의 土壤假密度 變化와 自然植生回復에

관한 研究. 韓林誌 83(4) : 545-555.

11. 酒井徹郎. 1986. 林道開設順位の決定について. 日林誌 68(2) : 71-74.

12. 全槿雨 · 吳在萬. 1993. 林道斜面의 土砂流出과 植生侵入에 관한 研究(II). 韓林誌 82(4) : 354-365.

13. 車斗松 · 全槿雨 · 金在生. 1990. 山岳林의 林道開設에 관한 研究(I) - 林道의 槪要 -. 江大演硏報 10 : 103-118.

14. 車斗松 · 李俊雨. 1992. 最適林道配置計劃에 관한 研究. 韓林誌 81(2) : 139-145.

15. 車斗松 · 曺丘鉉. 1994a. 機械化 集材作業을 위한 路網整備에 관한 研究(II) - 適正 林道間隔 및 林道密度 -. 韓林誌 83(3) : 299-309.

16. 車斗松 · 曺丘鉉. 1994b. 機械化 集材作業을 위한 路網整備에 관한 研究(III) - 單方向 一段階 및 二段階 集材 -. 江大演硏報 14 : 26-38.

17. 車斗松 · 金鍾閏 · 鄭道鉉. 1995. 山岳地形에 適合한 適正路網整備에 관한 研究. 林業研究院山林科學論文集 51 : 176-185.

18. Howard, A.F. 1991. A critical look at multiple criteria decision making techniques with reference to forestry applications. Can.J.For. Res. 21 : 1649-1659.

19. Howard, A.F. and J.D. Nelson. 1993. Area-based harvest scheduling and allocation of forest land using methods for multiple-criteria decision making. Can. J. For. Res. 23 : 151-158.