

GIS를 이용한 대안별 임도노망의 계획에 관한 연구

Planning of Alternative Forest Road Network Using GIS

전권석*

Jeon, Kwon-Seok

要 旨

산림경영계획의 측면에서 임도계획의 기본이 되는 복합적인 정보를 바탕으로 GIS를 이용하여 경상남도 남해군에 위치한 금산시험림 주변의 국유림을 대상으로 6가지 대안별 임도망을 편성하여 적용성을 검토한 후 비교·분석하였다. 그 결과 노선선정기준 중 종단물매와 토공량의 최소화를 조합한 대안노망2의 경우 일부 노선이 기설임도와 유사한 노선형으로 배치되어져 현행 임도계획시 종단물매와 산지경사를 실측하여 임도를 시공하는 사실과 일치함을 알 수 있었으며 4가지 노선선정기준 모두를 조합한 대안노망6의 경우 노선배치가 지점②를 중심으로 방사형을 형성함으로써 타 대안노망과 상이한 노선형을 나타내었다. 대안별 임도망을 기설임도와 비교·분석함으로써 향후 임도망 계획시 객관적인 자료를 제시하여 합리적인 계획수립은 물론, 중장기 산림개발추진계획에 효율적인 적용이 가능할 것으로 판단되었다. 또한 GIS기법을 이용한 다양한 대안노망별 노선선정을 통하여 최적 대안노망을 제공함으로써 최종 의사결정자가 대안노망 평가를 용이하도록 지원하여 의사결정지원체계로서 중요한 기초자료가 될 것으로 사료되며 향후 임도개설 후 자연재해(산사태, 산지붕괴)에 따른 민원유발을 사전에 예방하고 능동적으로 대처할 수 있는 방안이 될 것으로 판단된다.

Abstract

This study was aimed at suggest a proper planning method to select a optimal forest road network in mountains forest using GIS(Geographic Information System). To examine the field applicability, the method was applied to the National Forest at Mt. Kumsan in Namhae-gun, Gyungsangnam-do. The main results from altogether six alternative road route plans were derived from these criteria obtained the alternative route plan No.2 has two layout criteria, longitudinal gradient and earth work volume, and it showed similar pattern of existing forest road network which was designed mainly ground slope and longitudinal gradient. The alternative route plan No.6 has four criteria, longitudinal gradient, earth work volume, investment effect and landscape impact. It was different for the lowest forest road density among the alternatives and the pattern of the forest road layout was radial form, which was also quite different to other alternatives. For optimal forest road network planning, GIS provide the efficient and resonable solutions for decision making to provide the support for evaluation about various alternative road networks. If detailed inventory and relevant data are provided and also clear and objective indicators for evaluations are set up, it could be applied to preliminary analysis and detail planning stage to prevent undesirable effect such the land slide and soil erosion due to inadequate planning for forest road network.

1. 서 론

임도의 경우 밀도가 높아야 식재부터 벌채생산에 이르기까지 인건비는 물론 산림사업비, 집재운반비, 기타 간접비 등이 최대한 절약되므로 산림작업시 기계화작업의 촉진을 위한 적절한 임도배치가 요구된다. 이때 임도를 어떻게 어디에 개설할 것인가에 대한 망(network)적인 문제가 중대한 이슈로 대두되어진다.

국내에서 DTM과 GIS를 이용한 임도의 설계 및 노선 배치에 관하여 김종윤 등(1992)은 수치지형도를 이용한 임도망 편성에 있어서 산악지형에 적합한 임업적 인자를 고려한 DTM을 작성하여 최적임도망 편성 전산프로그램을 개발 후 경제성분석을 연구를 하였으며, 차두송과 이준우(1992)는 임도개설 목적에 따른 평가인자를 이용하여 최적노선의 배치계획에 대하여 연구하였다.

임도망 배치에 관한 연구는 임도노망편성 전산화프로

* 회원, 임업연구원 중부임업시험장 임도연구실 (jks3577@hanafos.com)

그램을 개발하여 임도망을 편성하고 임도밀도가 증가함에 따른 임도개설효과에 관하여 분석한 바 있다(이준우, 1992). 그리고 小林(1984)는 지형, 목재생산량, 노동투입량, 시업조건 등을 고려하는 비용편익론적 입장에서 임도투자효과를 최대화하는 노망배치법을 구명하였다. 또한 井上(1980)은 시뮬레이션에 의해 지형경사, 임목밀도, 벌도본수, 토장수 등을 변화시키면서 각종 조건별로 합리적인 노망패턴을 고찰한 바 있다.

임도망을 계획·시공하는 방법에 있어서 험준한 산악 지형의 주변 환경인자의 정밀한 분석과 현장파악이 필수적이므로 임도개설지역의 노선선정을 위한 임도망계획을 수행하기 전에 GIS(Geographic Information System)를 이용한 공간분석을 통하여 예비 임도노선을 설정하여 경제적·환경적·공학적 타당성을 검토함으로써 잦은 노선변경과 주변환경파괴를 최소화할 환경친화적이고 이용도가 높은 양질의 임도시설이 가능하게 될 것이다.

본 연구는 경상남도 남해군의 금산시험림을 포함한 주변의 국유림을 대상으로 노선선정기준에 의한 대안별 임도망을 계획 후 비교·분석함으로써 GIS의 적용성 검토는 물론 향후 실용화시킬 수 있는 기초자료를 제공하고자 한다.

2. 재료 및 방법

2.1 조사지 개황

본 연구의 대상지역은 그림 1과 같다.

그림1에서 대상지역은 경상남도 남해군에 위치한 금산(해발고 701m)을 중심으로 사면이 바다에 연하고 있으며 비교적 완만한 경사를 이루고 있다. 지리적 위치는 동경 127°58'~128°00'과 북위 34°45'~35°45'로서 한반도의 최남단에 위치하고 있다. 표고는 최저 10m에서 최고 701m이며 평균 산지경사는 45~50% 정도로서 총

면적은 약 2,948ha로서 넓은 면적이다.

특히, 대상지역내 일부분이 한려해상국립공원(약 223 ha)으로 지정되어 있어 자연공원법에 의하여 산림사업이 제한됨에 따라 정상적인 산림경영계획의 운영에 어려움이 있으며 산림경영계획상 13개 임반과 남부임업시험장 금산시험림을 포함한 14개 구획으로 구성되어 있다.

2.2 데이터베이스 구축

2.2.1 조사지역의 초기정보 자료

대안임도망 계획의 초기정보단계로서 임도망 계획과 노망배치의 최적인 결정을 위한 초기정보 획득에 이용되어진 자료는 표 1과 같다.

2.2.2 임도개설의 주요점과 영역 설정

임도망 계획시 노선의 통과를 허용하는 부분(노선영역)은 외부노망(공도+기설임도)과의 연결점, 임도시공시 기술적으로 유리한 지역, 조림·보육이나 저목에 적절한 장소 등을 포함하였으며, 노선이 통과해서는 안되거나

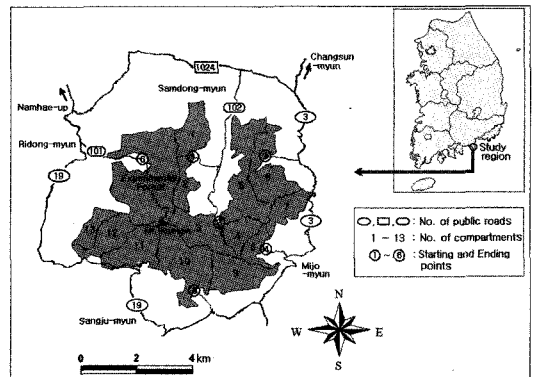


그림 1. 대상지역의 위치도

표 1. 초기정보획득에 이용되어진 자료와 획득정보

구 분		축 척	획 득 정 보
공간 자료	수 치 지 형 도	1:5,000	주변 현황과 경사, 수계역 등에 관한 정보
	임 소 반 도	1:25,000	임반과 소반의 위치와 면적에 관한 정보
	임 상 도	1:25,000	임황(임목축적, 수고)에 대한 정보와 임소반의 구역별 검정
	임 도 망 도	1:25,000	기설임도현황 및 정비상황과 임산물 반출방법에 관한 정보
	간 이 산 림 토 양 도	1:25,000	지황(토양, 경사)에 대한 정보
	산 림 기 능 구 분 도	1:25,000	산림생산시험림과 산림경영계획의 산림기능구분에 관한 정보
문서 자료	임도 관리 대장		기설임도의 시설현황과 공도와와의 연결가능점에 관한 정보
	산 림 조 사 부		임소반별 지황과 임황에 관한 정보 및 임소반도의 검정

또는 피해야 하는 부분은 입도개설이 불가능한 지역(압석지대), 산림유전자원보존림(자연생태계·자연보호지역), 환경보존림(공도와 인접하는 주변지역) 등을 포함하였다.

입도개설의 주요점과 영역은 수치지형도(1/5,000)상에 입상도, 토양도, 수계망도, 산림기능구분도 등을 데이터에 의한 각 주제도를 구축하여 이들을 중첩하여 DB화함으로써 이들 주요점과 영역의 선정에 이용하였다.

또한 각 대안노망별 입도의 노선을 연속적으로 설정하는 복수의 대상영역을 설정하고 이들에 의해서 노선을 선정하였다.

본 연구를 보다 체계적이고 종합적인 입도개설에 따른 산림지역의 지형분석을 위하여 한 격자의 크기를 30m×30m로 설정하였다.

이는 향후 TM 인공위성화상 데이터(해상력 30m)를 이용하여 비교·분석할 수 있을 것으로 판단된다(서두천, 1998).

2.2.3 노선의 시점과 종점 선정

입도망 계획시 시·종점의 선정기준은 내용적 측면에서 입도노선의 선정기준시 제시되는 항목인 입도시설규정상 피해야 할 영역, 토지이용현황, 주변의 주요지형지물 등을 조사하였으며, 방법적 측면에서는 문헌자료(공간자료+문서자료)를 이용한 간접조사와 현지답사 및 해당기관을 방문하여 직접조사방법을 이용하였다.

대상지역의 입도망 편성작업에 있어서 입도망 배치모델을 위한 노선의 시점과 종점의 선정기준은 기설입도와 비교·검토를 위하여 기설입도의 시점과 종점 3곳을 기본적으로 선정하였으며 그 외는 공도와 마을도를 연계하여 대상지역에 이르는 3곳의 시점과 종점을 선정하였다(그림 1 참조).

2.2.4 데이터베이스의 처리 및 구축

본 연구에 사용되어진 GIS S/W는 ARC/INFO, Arc-View로서 지형정보체계의 구축과정을 위한 현지조사와 문헌자료에 의한 DB처리 과정은 그림 2와 같다.

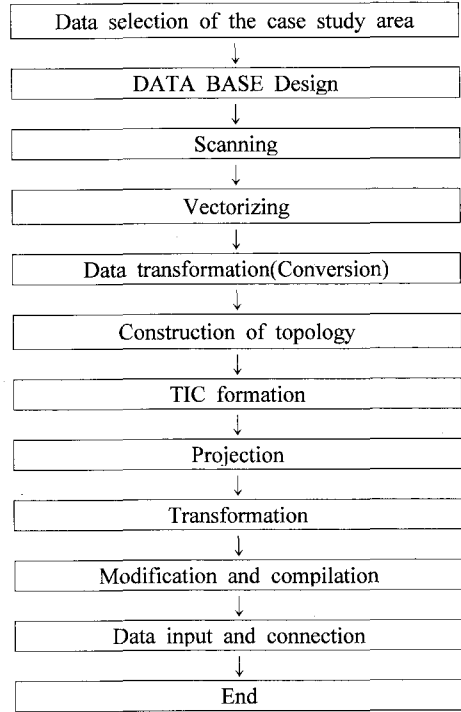


그림 2. GIS DB 구축 흐름도

그림 2에서 구축되어진 DB는 대안노망 선정을 위한 노선분석에 이용되어질 데이터로서 수치지형도(1/5,000)를 토대로 구축하였으며, 노선선정기준을 조합한 대안노망별 평가기준의 분석항목에 기초하여 ARC/INFO 커버리지를 구축 후 지형분석을 위한 격자(grid) 데이터로 변환하였다(ESRI, 1991). 그리고 GIS S/W를 이용한 각 주제도를 구축 후 4가지 노선선정기준에 의한 대안별 입도망을 계획하였다.

2.3 입도망 배치모델의 노선선정 기준

각 대안별 입도망 편성작업을 위한 노선선정기준은 구조적 측면(중단물매를 최소로 하는 방법), 생산적 측면

표 2. 노선선정기준별 가중치(점수)

중단물매 (%)	구분	0.0~2.0 (6.1~8.0)	2.1~4.0	4.1~6.0	8.1~10.0	10.1~12.0	12.1~14.0	14.1~16.0	16.1~18.0	18.1~
		가중치	3	1	2	4	5	6	7	8
입목재적 (m ² /0.09ha)	구분	0.0~1.9	2.0~3.9	4.0~5.9	6.0~7.9	8.0~9.9	10.0~11.9	12.0~13.9	14.0~15.9	16.0~
	가중치	9	8	7	6	5	4	3	2	1
산지경사 (%)	구분	0~10	11~20	21~30	31~40	41~50	51~60	61~70	71~80	81~
	가중치	1	2	3	4	5	6	7	8	9

(임도의 투자효과를 최대로 하는 방법), 환경적 측면(토공량을 최소로 하는 방법), 경관적 측면(시각적인 노출을 최소화하는 방법)으로 분류하였다.

임도망 계획을 위한 3가지 노선선정기준과 선정기준별 단위당 가중치(점수)는 표 2와 같다.

표 2에서 구조적 측면인 임도의 종단물매를 최소로 하는 방법은 차량의 원활한 주행과 임도노면 및 측구침식의 최소화를 도모할 수 있으므로 노선선정기준시 기본으로 선택하였다.

특히 가중치 부여에 있어서 임도의 종단물매가 차량타이어의 활동비율과 침식유도 요인인 물의 활동비율을 고려하여 종단물매가 0.0~2.0%미만은 6.0%일 때와 같은 연구 결과(권태호, 1986)를 고려하여 가중치를 동일하게 부여하였다.

그리고 노선선정기준 중 경관적 측면은 주변지역과 공동(국도, 지방도, 농어촌도)로부터 시각적인 노출을 최소화하기 위하여 현지조사와 지역주민의 여론을 수렴한 후 GIS기법에 의한 분석 결과를 조합하여 두 지점의 조망점(View point)을 선정하였다. 이때 조망점에서 바라본 대상지역내의 가시권영역(Viewable)은 9점, 비가시권영역(Un-viewable)은 1점을 부여하여 노선선정에 적용하였다.

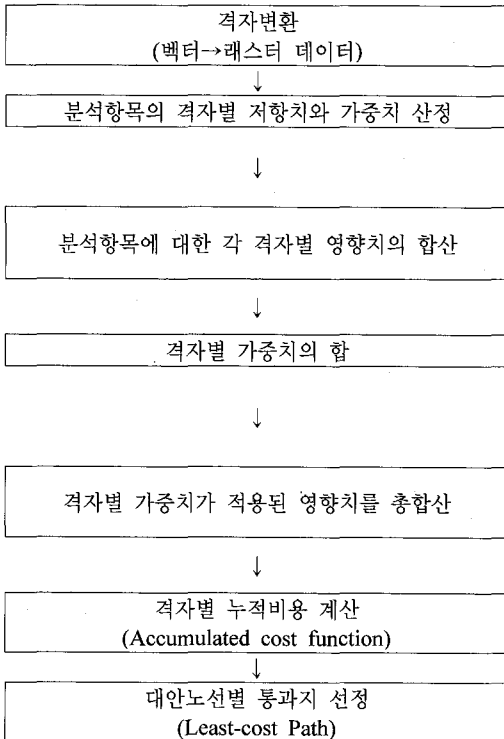
2.4 노선선정 알고리즘

2.4.1 망(Network)과 사건자료기반

GIS기법 중 선형모형을 동적으로 사건의 위치를 계산하는 기능의 동적분할기법(Dynamic segmentation)을 사용하였다.

동적분할기법은 노선측정치(Route-measure) 포맷을 이용하여 선형형상과 속성을 연결시키며 가상(pseudo)절점을 가진 선형형상을 구획하거나 파손없이 이러한 속성을 저장하고 표시하고, 질의하고 분석할 수 있는 기법으로서 아크(arc)나 아크의 일부분으로 구성되는 선형요소의 순서집합과 이 집합의 속성으로 구성되는 노선과 각각의 노선을 구성하는 모든 아크나 아크의 일부분을 의미하는 노선을 구성하는 구간으로 이루어져 있다.

또한 노선체계의 자료에 따라서 다양한 정보를 입력할 수 있는 환경이 사건자료기반으로 구성되는데 사건자료기반은 노선측정치를 이용한 선형형상에 따른 속성을 포함하는 속성표로서 선이나 점일 수가 있으며, 사건표가 평면좌표계가 아닌 한 커버리지의 노선선형형상에 정의된 사용자 속성을 포함하므로 사건은 노선의 일부분을 가진 속성을 기록하기 위해 주소화된 노선측정치를 이용하였다.



산정원리

$$C_{ij} = R_{ij} \cdot W_{ij}$$

C_{ij} : 분석항목 i에 대한 격자 j의 영향
 R_{ij} : 분석항목 i에 대한 격자 j의 저항치
 W_{ij} : 분석항목 i에 대한 격자 j의 가중치

$$GkC_j = \sum_{i=1}^n C_{ij}$$

GkC_j : 기준그룹 k에 속한 격자 j의 그룹영향치 합
 C_{ij} : 분석항목 i에 대한 격자 j의 영향치

$$GkwC_j = GkC_j \cdot W_{ij}$$

$GkwC_j$: 기준그룹 k에 속한 격자 j의 그룹영향치의 합에 대한 가중영향치
 GkC_j : 기준그룹 k에 속한 격자 j의 그룹영향치
 W_{ij} : 기준그룹 k에 대한 격자 j의 가중치

$$GC_j = \sum_{k=1}^n Gkw \cdot C_j$$

GC_j : 격자 j의 총가중영향치의 합
 $GkwC_j$: 기준그룹 k에 속한 격자 j의 그룹 가중영향치

그림 3. 최소비용경로 알고리즘에 의한 노선선정 흐름도

2.4.2 최소비용경로와 알고리즘에 의한 노선선정

연구의 수행과정에서 땅을 통해 최소비용경로를 찾기 위한 알고리즘의 처리를 위해 적용된 함수는 가중치 거리함수로서 누적비용함수(거리비용, 수직과 수평 노드의 비용, 대각선 노드의 비용)와 누적비용 격자, Back-link 격자가 있으며 이들에 의하여 최소비용경로 알고리즘과 최소비용경로에 의한 노선선정을 수행하였다.

최소비용경로 알고리즘에 의한 노선선정은 최적의 입도망 계획을 위하여 저항(resistance)개념을 적용함으로써 입도노선이 통과해서는 안될 영역은 저항치를 높게 부여하고 통과해도 좋은 영역은 낮게 부여하여 저항치가 낮은 구역이 입도노선 통과지로 선정될 가능성을 크게 하여 분석을 실시하였다. 래스터 데이터를 이용하여 셀 분석방식을 수행한 후 GIS S/W에 의한 격자모듈을 이용하여 분석을 수행하는 노선통과지 선정의 흐름도는 그림 3과 같다.

알고리즘은 최소비용경로와 같이 간단히 어떤 결론을 산출하는 단계적인 순서로서 출발지로부터 도착지의 점 간에 최소비용경로를 찾는 방법으로서 그들 사이의 모든 경로를 탐색 후 최소비용(0에서 8까지 범위의 값을 가진 격자)을 가진 경로를 선택하였다.

광대한 땅에서 수많은 경로들이 존재하므로 가능한 최소한의 경로를 조사하는 것은 커다란 땅에서 오랜 시간이 소요되므로 이러한 현상을 최소화하기 위한 방법상의 모델이 요구되어 본 연구에서는 첫째, 일단 누적비용 격자와 Back-link 격자가 생성되고 나면 지정된 목적지의 셀이나 영역으로부터 최소비용경로를 구한다. 둘째, 비용경로함수는 소스(Source)까지 Back-link 격자를 통해 목적지 셀을 다시 찾게 해준다. 셋째, 입력 목적지로서 다수의 셀이나 영역이 있으면 각 셀(각 셀에 대한 다수의 경로)이나 각 영역으로부터(각 영역에 대한 하나의 경로), 또는 주제도 단위로 최소비용경로(영역으로부터 비용이 가장 낮은 하나의 경로)를 계산하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 대안별 입도망의 노선선정

대안비교를 위한 입도망 계획을 수립하기 위하여 지형 데이터의 처리는 물론, 수치지형도를 기본도로 하여 입도개설영역의 주요점과 영역을 추출하고 수계역이나 제한구역의 경계판정 등을 지도화한 후 노선선정기준 중도로의 주요기능인 차량의 주행성과 가장 관련이 많은 구조적 측면인 종단물매를 기준으로 한 생산적, 환경적, 정관적 측면을 조합한 6가지 대안노망을 계획하였다.

3.2 구조적, 생산적인 측면을 고려한 입도망 (대안노망1)

구조적인 측면(종단물매)과 생산적인 측면(투자효과의 최대화)을 조합하여 노선선정한 결과 그림 4와 같다.

대안노망1의 입도망계획 결과 총연장 및 입도밀도는 각각 21.2km, 7.2m/ha로서 다른 대안노망들 보다 높게 나타났다. 반면 산지경사별 우회율을 적용한 경우 총연장 및 입도밀도가 26.0km, 8.8m/ha로 타 대안노망에 비하여 가장 높게 나타났다.

종단물매와 임목축적을 고려한 입도망의 경우 노선선정을 위해 적용되어진 점수는 각각 최저 1점에서 최고 9점이 주어졌다. 이때 대상지역내의 소스 셀인 지점②에서 나머지 지점①, ③, ④, ⑤, ⑥과의 최소비용경로를 위한 격자별 누적비용은 9구역으로 구분되었으며, 이때 최고누적비용은 55,065의 값을 가졌다.

3.3 구조적, 환경적인 측면을 고려한 입도망 (대안노망2)

종단물매와 토공량의 최소화를 조합하여 노선선정한 결과 그림 5와 같다.

대안노망2의 경우 총연장 및 입도밀도는 각각 20.2km, 6.8m/ha로서, 산지경사별 우회율을 적용한 경우 24.0km, 8.2m/ha로 나타났다.

본 대안노망의 경우 지점②와 지점③을 연결하는 4노선에서 기설입도와 유사한 형태로 배치된 것은 현행 입도개설을 위한 설계 및 측량시 종단물매와 산지경사를 바탕으로 입도를 시공하는 사실과 일치함을 알 수 있었다.

종단물매와 산지경사를 고려한 노선선정의 경우 타 대안노망 보다 다소 양호한 것은 기존 입도노선 선정방법이 대체적으로 타당함을 알 수 있었으며 또한 기설입도 상에서 추가노선을 계획할 경우 노선방향을 가장 현실적으로 제시할 수 있을 것으로 판단된다.

본 입도망의 경우 종단물매와 토공량의 최소화를 고려한 노선선정으로 적용되어진 등급별 점수는 각각 최저 1점에서 최고 9점이 주어졌다. 이때 대상지역내의 소스 셀인 지점②에서 나머지 지점과의 최소비용경로를 위한 격자별 누적비용은 그림 5와 같이 10구역으로 구분되었다.

3.4 구조적, 경관적 측면을 고려한 입도망 (대안노망3)

종단물매와 경관적인 측면인 시각적인 노출을 최소화하여 노선선정한 결과 그림 6과 같다.

대안노망3의 경우 총연장 및 입도밀도는 각각 19.9km, 6.8m/ha이며, 산지경사별 우회율을 적용한 경우 23.9km, 8.1m/ha로서 타 대안노망에 비하여 다소 적게 나타났다.

종단물매의 경우 등급별 최저 1점에서 최고 9점의 점

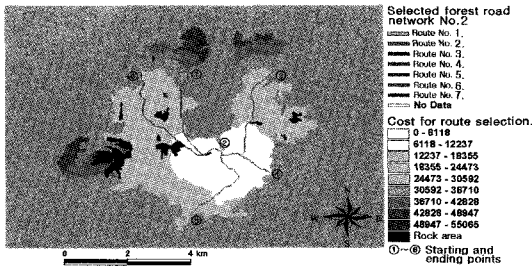


그림 4. 구조적측면과 생산적측면(투자 효과를 최대화)을 조합한 입도망 (대안노망1)

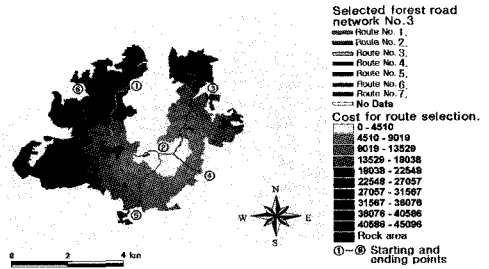


그림 5. 구조적측면과 환경적 측면(토공량을 최소화)을 조합한 입도망 (대안노망2)

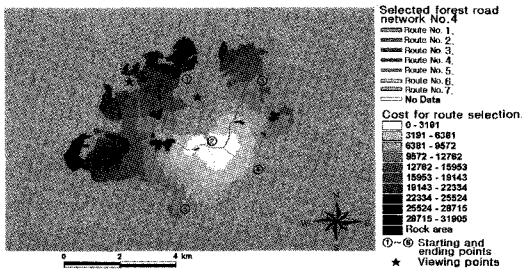


그림 6. 구조적측면과 경관적측면(시각적인 노출을 최소화)을 조합한 입도망 (대안노망3)

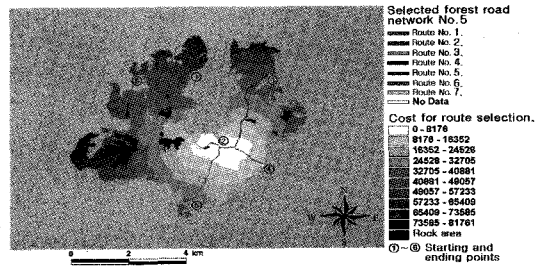


그림 7. 구조적, 생산적, 환경적측면을 조합한 입도망(대안노망4)

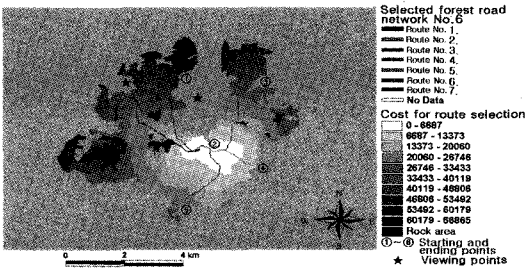


그림 8. 구조적, 생산적, 경관적측면을 조합한 입도망 (대안노망5)

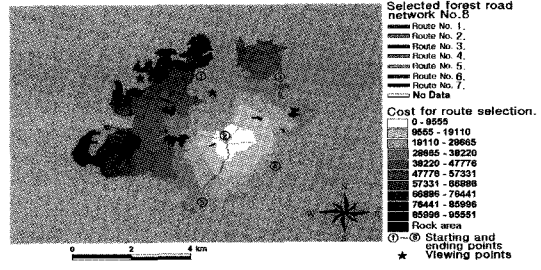


그림 9. 노선선정기준 4가지(구조적 측면, 생산적 측면, 환경적 측면, 경관적 측면)를 조합한 입도망 (대안노망6)

수가 주어졌으며 시각적인 노출을 고려한 경우의 점수는 두 조망점에서 바라본 대상지역내의 가시권영역은 9점, 비가시권영역은 1점을 부여하였다.

이들을 조합하여 노선선정한 입도망의 경우 대상지역 내의 소스 셀인 지점②에서 나머지 지점과의 최소비용경로를 위한 격자별 누적비용은 10구역으로 구분되어졌으며 이때 최고누적비용은 31,905의 값을 가졌다.

3.5 구조적, 생산적, 환경적인 측면을 고려한 입도망 (대안노망4)

종단물매와 투자효과를 고려한 노선선정기준에 환경

적인 측면인 토공량의 최소화를 조합하여 노선선정한 결과 그림 7과 같다.

대안노망4의 입도망계획 결과 총연장 및 입도밀도는 각각 20.0km, 6.8m/ha이며, 산지경사별 우회율을 적용한 경우 24.4km, 8.3m/ha이다.

노선별 분석 결과 지점①과 지점②를 연결하는 3노선과 지점②와 지점⑥을 연결하는 7노선 중 3임반에서 일부구간의 중복선정된 2노선의 연장은 0.78km이며, 지점②와 지점③을 연결하는 4노선과 지점②와 지점④를 연결하는 5노선의 경우 4임반에서 지점②까지 0.78km의 2노선에서 중복노선이 선정되었다.

노선선정기준의 등급별 점수는 최저 1점에서 최고 9점의 점수가 각각 주어졌으며 이들을 조합하여 노선선정한 입도망의 경우 대상지역내의 소스 셀인 지점②에서 나머지 지점과의 최소비용경로를 위한 격자별 누적비용은 10구역으로 구분되어진 결과 그림 3과 유사하게 나타났다. 이때 최고누적비용은 81,761의 값이 나타났다.

3.6 구조적, 생산적, 경관적인 측면을 고려한 입도망 (대안노망5)

종단물매와 임목축적을 고려한 노선선정기준에 경관적인 측면인 시각적인 노출의 최소화를 조합하여 노선선정한 결과 그림 8과 같다.

대안노망5의 경우 총연장 및 입도밀도는 각각 20.6km, 7.0m/ha로 나타났으며, 산지경사별 우회율을 적용한 경우 25.3km, 8.6m/ha로서 대안노망1(8.8m/ha)를 제외한 타 입도망 보다 높게 나타났다.

본 입도망에 적용되어진 종단물매와 임목축적의 등급별 점수는 최저 1점에서 최고 9점의 점수가 주어졌으며, 경관적인 측면의 시각적인 노출을 고려한 경우의 점수는 1점과 9점의 점수가 주어졌다.

이들을 조합하여 노선선정한 입도망의 경우 대상지역내의 소스 셀인 지점②에서 나머지 지점과의 최소비용경로를 위한 격자별 누적비용은 10구역으로 구분되었다. 이때 최고누적비용은 66,865의 값을 가졌다.

3.7 구조적, 생산적, 환경적, 경관적인 측면을 고려한 입도망 (대안노망6)

노선선정기준(종단물매의 최소화, 투자효과의 최대화, 토공량의 최소화, 시각적인 노출의 최소화) 모두를 조합하여 노선선정한 결과 그림 9와 같다.

대안노망6의 경우 총연장 및 입도밀도는 각각 19.3km, 6.5m/ha이며, 산지경사별 우회율을 감안한 경우 23.5km, 8.0m/ha로서 타 대안노망에 비하여 가장 낮게 나타났다.

특히 타 대안노망에 비하여 가장 낮은 입도밀도를 보였으나 대상지역내의 노선배치가 한 지점②를 중심으로 방사형을 형성하여 다른 대안노망과 상이한 노선형으로 나타났다.

노선선정기준 중 종단물매와 임목축적 및 산지경사의 경우 등급별 최저 1점에서 최고 9점의 점수가 주어졌으며 시각적인 노출을 고려한 경우의 점수는 1점과 9점의 점수를 부여하여 이들을 조합한 입도망의 노선선정 결과 대상지역내의 소스 셀인 지점②에서 나머지 지점과의 최소비용경로를 위한 격자별 누적비용은 10구역으로 구분되었다. 이때 최고누적비용은 95,551의 값을 가졌다.

4. 결 론

본 연구는 산림경영계획의 측면에서 입도계획의 기본이 되는 복합적인 정보를 바탕으로 GIS를 이용하여 경상남도 남해군 금산시험림 주변의 국유림을 대상으로 합리적인 대안별 입도망을 편성한 후 그 적용성을 검토한 결과 다음과 같다.

1. 종단물매와 토공량의 최소화를 조합하여 노선선정한 대안노망2의 경우 총연장 및 입도밀도는 각각 20.2km, 6.8m/ha로 나타났으며, 이는 기설입도와 유사한 노선형으로 배치되어져 현재 입도계획시 종단물매와 산지경사를 실측하여 입도를 시공하는 사실과 일치함을 알 수 있었다.
2. 대안노망1(종단물매와 투자효과의 최대화를 조합한 입도망)과 대안노망4(종단물매 및 투자효과의 최대화와 토공량의 최소화를 조합한 입도망)의 경우 일부 구간의 노선이 인접되게 선정되었다.
3. 종단물매의 최소화, 투자효과의 최대화, 토공량의 최소화, 시각적인 노출의 최소화를 조합하여 노선선정한 대안노망6의 경우 총연장 및 입도밀도는 각각 19.3km, 6.5m/ha로서 타 대안노망에 비하여 가장 낮게 나타났다.
4. 대안노망6의 경우 입도밀도가 타 대안노망에 비하여 가장 낮게 나타났으나 대상지역의 노선배치가 한 지점을 중심으로 방사형을 형성하여 타 입도망과 상이한 노선형을 보였다.
5. 노선선정기준에 의한 6가지 대안노망을 계획함으로써 향후 입도개설시 객관적인 자료로 제시함은 물론 합리적인 입도망 계획의 수립과 중장기 산림개발추진 계획에 효율적인 적용이 가능할 것으로 판단되었다.

이상, GIS기법의 적용에 따른 다양한 입도망의 후보 노선선정 및 최적 대안입도망을 제공함으로써 최종 의사결정자가 각 대안별 평가가 용이하도록 지원함은 물론 의사결정지원체계로서 중요한 기초자료가 될 것으로 판단되었다.

참고문헌

1. 권태호, 1986. 도로구조 및 입지요인이 입도의 노면침식에 미치는 영향에 관한 연구. 서울대학교 대학원 박사학위논문. 39pp.
2. 김종운, 차두송, 김찬희. 1992. 수치지형도를 이용한 최적입도망 편성방법. 임업연보 44: 120-132.

3. 오명진, 1997. GIS를 이용한 도로교통의 최적경로 선정에 관한 연구. 한국지형공간정보학회논문집 5(2): 131-144.
4. 이준우, 1992. 수치지형모델을 이용한 임도망 배치계획에 관한 연구. 서울대 대학원 박사학위논문. 154pp.
5. 차두송, 이준우, 1992. 최적 임도배치계획에 관한 연구. 한국임학회지 81(2):139-145.
6. 小林洋司, 1984. 大規模な林道の開設効果における計画法. 日本林學會論文集 95:607-608.
7. 井上源基, 1980. シミュレーションによる林内のトラクタ集材路網(II). 日林論 91:461-463.
8. 平賀昌彦, 1971. 電算手法による林道網計画法に関する研究(I) -作業道の最適選点と密度決定の一つ方法-. 日林試研報 238:1-30.
9. 芝正己, 1991. 代案比較による林内路網計画法と評價法の最適化について(III), -帶狀路線計画法と路網特性の評價-. 日本林學會論文集102:639-642.
10. ESRI, 1991. ARC/INFO User's Guide.
11. Hickman C. E., 1995. Feature-Based Data Models and Linear Referencing Systems Aids to avoiding Excessive Segmentation of Network Links, GIS-T Symposium.
12. Kitakawa, K., 1984. A New Logical System for Forest Road Network Planning. IUFRO Proceeding. Kyoto. 353-362.
13. Perkins, R. H. and K. D. Linn., 1979. Determining Average Skidding Distance on Rough Terrain. J. of For. 77:84-88.
14. Reute, S. E., 1988. ROUTES : A Computer Program for Preliminary Route Location. USDA For. Ser. PNW-GTR-216. 18pp.

(접수일 2003. 1. 20, 심사 완료일 2003. 3. 19)