

## 流域의 環境保수를 고려한 합리적인 林道施工에 관한 研究(I)\*

-일본에 있어서 최근의 林道事業을 중심으로-

全權雨<sup>1)</sup> · 江崎次夫<sup>2)</sup> · 吳在萬<sup>3)</sup>

Research on Environmentally-Sound Forest Road Construction(I)\*  
-Recently forest road conservation in Japan-

Kun-Woo Chun<sup>1)</sup>, Tsugio Ezaki<sup>2)</sup> and Jae-Man Oh<sup>3)</sup>

### 要 約

우리나라에서는 농업분야의 경쟁력 강화를 위한 일환으로 임도사업이 전국적으로 실시되고 있으나 임도개설에 따른 土砂流出 및 水質惡化 등의 환경문제가 대두되고 있다. 따라서 임도사업의 역사가 길고 자연환경 등이 우리나라와 유사한 일본에 있어서 임도분야의 연구방향, 임도개설구역의 환경영향평가 방법, 環境親和型 林道施工 및 연구방법에 대한 자료를 정리하였으므로 앞으로의 합리적인 流域管理와 親環境的 林道事業에 유용하게 사용될 것으로 생각된다.

### ABSTRACT

In our country, nation-wide forest road works are being carried out as one of the efforts to bolster the international competitiveness of agriculture, however such environmental problems as sediment discharge and water quality degradation accompany such efforts more often than not. Hence, in this research report, we compile and analyze the Japanese sources dealing with the 「research direction of the forest road construction」, 「environmental impact assessment upon the watershed of the forest road construction」, 「environmentally-sound forest road construction and its research method」 in consideration of the fact that natural environment of Japan is similar to that of our country and Japanese forest road

\* 이 論文은 「第10次 IBRD 教育借款 '95 海外訓練」에 의해 진행된 연구결과의 일부임.

- 1) 江原大學校 林科大學 林學科: Department of Forestry, College of Forestry, Kangwon National University, Chunchon 200-701, KOREA.
- 2) 日本, 愛媛大學 農學部 附屬演習林: University Forest, College of Agriculture, Ehime University, Matsuyama, Ehime 790, JAPAN.
- 3) 日本, 愛媛大學 大學院 聯合農學研究科 生物環境保全學專攻: Life Environment Conservation Science, The United Graduate School of Agricultural Sciences, Ehime University, Matsuyama, Ehime 790, JAPAN.

works has a long history. We hope that this report be useful to the reasonable watershed management and the environmentally-sound forest road works.

*Key words: environmentally-sound forest road construction, environmental impact assessment, research direction of the forest road*

## 1. 緒 論

정부는 농업분야의 경쟁력 강화를 위해 農漁村特別稅 投資計劃(1994年~2004年)을 수립하여 각종 사업을 시행하고 있으나 이 계획에는 임업분야에서는 林業技能人訓練院의 설립과 함께 林道開設事業이 주요사업으로 지정되어 총 7,000km(林道密度: 0.9m/ha→1.9m/ha)에 3,150억원이 투자될 예정이다. 그러나 임도개설에 대한 기술 및 인식 부족으로 주변환경을 충분히 배려하지 못한 임도사업이 전국적으로 진행되고 있으며, 이로 인해 임도개설유역의 土砂流出 및 水質惡化 등이 사회적으로 문제화되고 있으므로 이에 대한 적극적인 대책마련이 시급한 실정이다(全 權雨 등, 1995).

따라서 삼림지대에 있어서 유역의 환경보전을 배려한 임도사업을 실시하기 위해 광범위한 임도 시공지를 대상으로 시공과정에서의 주변환경 변화, 토사침식, 식생의 자연침입 및 수질변화 등의 자료를 수집함은 물론 이를 기초로 체계적이고 포괄적인 해석을 진행하여 각 流域特性에 적합한 다양한 親環境의 林道工法을 개발, 시공할 필요가 있다. 또한 임도사업에 있어서도 다른 각종 토목사업과 마찬가지로 임도사업에 따른 환경영향평가를 정확히 실시하여 각종 재해방지 및 환경보전에 최선을 다해야 할 것이다.

일본에서는 최근 10여년 동안 林道路網緊急整備事業(1986), 山林造成林道整備事業, 基幹作業道等整備事業(1987), 林業生産環境整備事業, 複層林施業推進林道整備事業(1988), 林業集落定住基盤整備事業, 高密度網重點整備事業(1990), 林業基盤緊急整備事業, 山村活性化林道리후레쉬事業(1991), 流域네트워크林道整備

事業, 防火林道整備事業, 省力森林土木工法等開發파이러트事業(1992), 林業地域連絡林道整備事業, 林業地域綜合整備事業, 林業地域水質保全促進事業(1993), 林道機能高度化事業, 林內路網機能強化事業, 林業集落生活基盤緊急整備事業(1994), 特定森林施業推進林道事業, 林道交通安全施設整備事業, 流域林業推進모델事業, 災害避難施設整備事業(1995) 등 다양한 林道事業이 진행되고 있으나(林道研究會, 1995) 대부분이 임도의 기능성을 중심으로 한 사업이며, 환경을 고려한 합리적인 임도사업은 지역에 따라 부분적으로 진행되고 있을 뿐 전국적인 규모의 사업으로는 진행되지 못하고 있다.

본 논문은 「第10次 IBRD 教育借款 '95 海外訓練」에 의해 진행된 연구결과의 일부로 우리나라 임도사업의 합리적인 진행을 위한 기초자료를 제공할 목적으로 임도시공의 역사가 비교적 긴 일본의 임도분야의 최근의 연구방향, 임도개설에 따른 시공유역의 環境影響評價方法, 環境親和型 林道施工 및 연구방법에 대한 자료를 수집, 분석한 결과이며, 본 연구를 위해 日本 山口大學의 丸本 卓哉博士에게는 귀중한 조언을, 또한 재단법인 森公弘濟會 및 日本林道協會로부터 귀중한 자료를 제공받았기에 감사를 드린다.

## 2. 林道分野의 研究動向

일본에 있어 일선에서 임도에 대해 연구를 진행하고 있는 주요 연구·교육 기관의 최선단의 연구과제 및 금후의 바람직한 방향(林道研究會, 1995)에 의하면 주로 임도의 機能性 向上을 연구가 주류를 이루고 있으며, 환경을 고려한 임도사업에 대하여는 최근에 들어 연구가

시도되고 있다.

### 2.1. 林道の 機能, 構造, 配置 및 維持管理에 관한 연구

新路體構造의 임도시공기술 확립, 운전자의 생리적 반응에 따른 임도의 기하학적 구조, 低規格 林道·作業道の 구조규격과 배치, 基幹林道와 支線林道の 구조, 임도 표식 및 노면상태와 자동차 속도 등의 임도구조에 대한 연구가 진행되고 있으며, 임도망 배치에 대하여는 산촌지역의 路網機能 分析, 林內路網整備事業, 임도의 적정밀도, 임도망 계획용의 系統的 地形解析手法 開發, GIS를 이용한 임도망 계획법 개발, 임도망 개설효과의 평가방법, 임도망 확충정비와 삼림작업방식의 역사적 변천 및 임도 등의 基盤整備計劃支援시스템 구축 등에 대해 연구가 진행되고 있다. 또한 임도시공 및 유지기술에 관한 연구는 자갈의 합력을 이용한 노반구축, 노면의 자갈粒度和 좌석진동과의 관계, 노면유지를 위한 路面切削裝置의 試作 및 임도보전을 위한 노면 요철의 특성과악 등에 대한 연구가 진행되고 있다.

### 2.2. 林道 비탈면 安定, 橫斷排水施設 및 景觀解析에 관한 연구

임도 비탈면 안정공법으로는 식생의 자연침입에 의한 비탈면 안정화, 특수구조의 被覆資材(토양비료성분이나 종자를 넣은 시트)에 의한 토양침식 방지와 토양화 촉진, 식물과 미생물(外·內生 菌根菌)을 이용한 임도 비탈면의 생태적 안정법 개발 및 立木을 이용한 盛土 비탈면 보호공법 등에 연구가 진행되고 있다. 또한 횡단배수시설 개발에 관한 연구로는 노면 세굴방지를 위한 통나무 橫斷排水溝 설치, 고무와 목재를 이용한 횡단배수시설 개발 등이 진행되고 있으며, 임도 비탈면의 경관해석으로는 임도개설지의 計量心理學的 景觀評價手法 開發과 임도노선이 경관면에 미치는 영향 등에 대한 연구가 진행되고 있다.

## 3. 林道の 環境影響 評價

임도의 환경영향평가는 인간의 생활에 직접 영향을 미치는 대기나 수질오염, 소음, 진동, 日照 혹은 악취 등을 평가하는 일반 환경영향평가와는 달리 자연경관이나 중요한 동식물의 보존, 비탈면 붕괴에 의한 식생이나 토양의 손상, 災害誘發, 助長 및 임도개설후의 자동차나 출입자에 의한 자연환경파괴 등이 대상이 된다. 따라서 임도의 환경영향평가에 있어서는 ① 시공대상지의 延長이 극히 길다는 점, ② 자연환경요소, 경관, 문화재 등에 관계하는 환경요소와 관계가 깊지만 이들 환경요소에 대한 바람직한 보전수준의 설정과 장래예측을 구체적으로 책정하거나 측정하기가 곤란하다는 점, ③ 대기오염, 수질오염 및 소음 등의 생활환경요소에 대해서는 특별한 경우를 제외하고는 예측할 필요가 없다는 점, ④ 산업환경요소에 대해서는 임도개설 후의 효과와 함께 별도로 검토해야 할 문제이며, 또한 자동차나 출입자의 추정과 대책에 대해서는 별도의 방법에 의해 검토해야 한다는 점 등이 고려되어야 한다.

### 3.1. 調査方法

임도의 환경영향평가는 노선선정 단계부터 실시해야 하며, 환경에의 영향을 최소화하기 위해 그림 1과 같이 노선선정 단계와 임도개설 영향과 보전대책 단계로 구분하여 실시해야 한다.

### 3.2. 環境影響評價의 對象 環境要素

#### 3.2.1. 自然環境

자연환경에는 地文(지형, 지질, 토양 등), 기상(기온, 강수량, 적설량, 풍향, 풍속 등), 水文(하천, 계류, 지하수, 온천 등), 식물(林種, 林相, 수종, 하층식생, 이끼류, 희귀식물 등) 및 동물(포유류, 조류, 파충류, 양서류, 곤충류, 어류, 조개류, 희귀동물 등) 등이 대상이 된다.

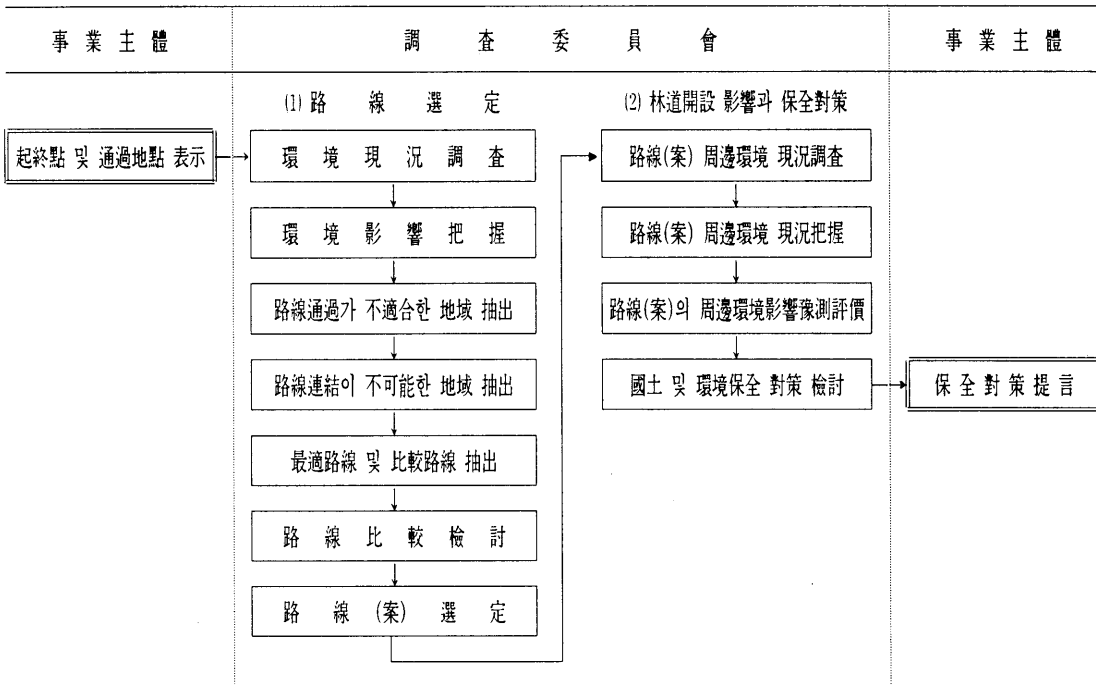


그림 1. 林道 環境影響評價 調查順序圖(公園林道環境影響評價調查研究委員會, 1989)

3.2.2. 景觀, 文化財 等

경관에는 자연경관, 역사경관, 향토경관, 可視程度 등이 대상이 되며, 문화재에는 국보, 중요 문화재, 埋藏 文化財, 史跡, 명승, 천연기념물, 전통적 건축물, 민속자료, 신앙대상 등이 포함된다.

3.2.3. 生活環境

생활환경에는 소음과 진동(교통량, 취락형성 상황, 고립인가 등을 포함), 대기오염(SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, 분진 등), 수질(濁水 포함) 및 생활수준(인구, 생산소득, 학교, 병원, 교통편리 등) 등이 대상이 된다.

3.2.4. 産業環境

산업환경에는 농업(생산품목, 작업방법, 생산량, 시장 등), 임업(소유형태, 수종, 작업방법, 생산품목, 생산량, 시장 등), 레크리에이션업(지구분포, 시설현황, 이용상황, 적성 등) 등이 포함된다.

3.3. 現況把握

3.3.1. 既存資料에 의한 現況把握

조사대상지역의 현황은 그림 2와 같이 공중사진, 지형도, 지질도, 각종 자료에 의해 地形構造圖, 氣象關係調查表, 植生分布圖, 荒廢狀況圖, 水系分布圖, 土地利用現況圖 등을 작성하고 이에 귀중한 동식물에 관한 자료 등을 참고로 山地保全圖, 環境調查圖 및 綜合說明書를 작성한다.

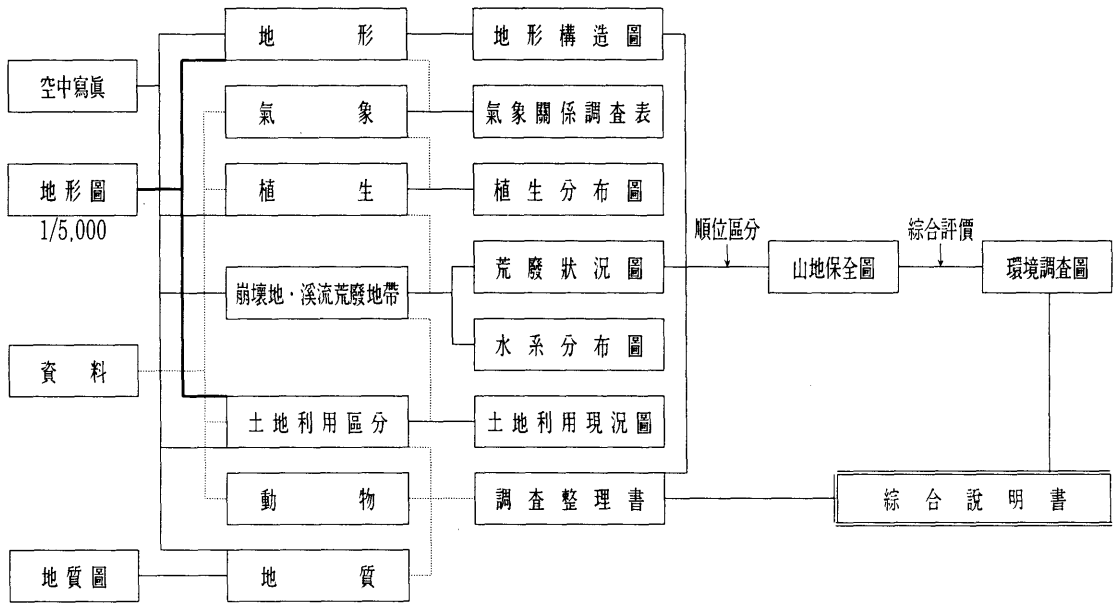


그림 2. 林道の 既存資料에 의한 環境調査 要領(勝屋 繁治, 1994)

表 1. 現地調査의 구체적인 내용(公園林道環境影響評價調査研究委員會, 1989)

區分	植 生		動 物	
	保護對象現況	調査項目	保護對象現況	調査項目
A	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 自然公園特別地區 1種 이상 (指定 豫定地 포함)</li> <li>· 天然記念物</li> <li>· 保護林</li> <li>· 原生自然環境保全地域</li> <li>· 特定植物群落地域</li> <li>· 貴重種이 많은 地域</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 群 落 } 詳細 調査</li> <li>· 林 相 } 調査</li> <li>· 植生相 } 調査</li> <li>· 周邊 地域의 風害 등 被害事例 調査</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 自然公園特別地區 1種 이상 (指定 豫定地 포함)</li> <li>· 原生自然環境保全地域</li> <li>· 稀貴 動物의 중요한 生息地</li> <li>· 貴重種이 많은 地域</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 生息種名</li> <li>· 生息分布 狀況</li> <li>· 繁殖種의 유무와 繁殖地點</li> <li>· 行動範圍</li> <li>· 密度 등에 의한 生息狀況의 詳細調査</li> </ul>
B	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 林道가 A 地域을 직접 통과하지는 않지만 調査對象 流域안에 있을 경우</li> <li>· 自然公園特別地區 2種 이하 와 보통 地域</li> <li>· 自然環境保全地域</li> <li>· 特定植物 分布域</li> <li>· 貴重種이 약간 분포하는 地域</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 群 落 } 調査</li> <li>· 林 相 } 調査</li> <li>· 植生相 } 調査</li> <li>· 周邊 地域의 風害 등 被害事例 調査</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 林道가 A 地域을 직접 통과하지는 않지만 調査對象 流域안에 있을 경우</li> <li>· 自然公園特別地區 2種 이하 와 보통 地域</li> <li>· 自然環境保全地域</li> <li>· 特定動物 分布域</li> <li>· 貴重種이 약간 분포하는 地域</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 生息種名</li> <li>· 生息分布 狀況</li> <li>· 繁殖種의 유무와 繁殖地點</li> <li>· 行動範圍</li> <li>· 密度 등에 의한 生息狀況에 대한 調査</li> </ul>
C	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 上記 A·B의 規制가 없지만 貴重種의 分포가 불분명할 때</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 群 落 } 調査</li> <li>· 植生相 } 調査</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 上記 A·B의 規制가 없지만 貴重種의 分포가 불분명할 때</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 生息種名 調査</li> </ul>
D	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 上記 A·B의 規制와 貴重種의 分포가 없을 때</li> </ul>	<p>-----</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 上記 A·B의 規制와 貴重種의 分포도 없을 때</li> </ul>	<p>-----</p>

表 2. 國土保全의 影響度 評價(公園林道環境影響評價調查研究委員會, 1989)

影 響 度	1	2	3	4	5
地表傾斜度	15° 미만	15° ~25° 미만	25° ~35° 미만	35° ~45° 미만	45° 이상
構造線의 數	0개	-----	1~2개	-----	3개 이상
地滑地 地形 유무	없음	-----	주변에 있음	-----	있음
斷層·破碎帶 유무	없음	-----	주변에 있음	-----	있음
崩壞地 面積率	2% 미만	-----	2~10% 미만	-----	10% 이상

\* 地滑地 地形 및 斷層·破碎帶 유무의 「없음」, 「주변에 있음」 과 「있음」은 250m 測수를 기준으로 함.

### 3.3.2. 現地調査에 의한 現況把握

기존자료에 의해 얻어진 환경요소에 관한 현황을 표 1과 같은 내용의 현지조사를 실시하며, 필요하면 수정하도록 하는 한편 聽取調査를 실시하여 보다 정밀한 현황을 파악한다.

### 3.4. 影響豫測評價

#### 3.4.1. 評價基準

영향예측평가의 기준은 ① 소음과 진동, ② 임도개설과 밀접한 관계가 있는 환경요소(임도개설이 부적당한 환경요소, 기술적·대응이 있으면 개설이 가능한 환경요소, 통상적인 주의에 의해 개설이 가능한 환경요소) 및 ③ 기타(생활환경이나 산업환경에 대해서는 검토 필요) 등의 항목이 있다.

#### 3.4.2. 影響度 評定

영향도는 ① 자연환경, 경관보전상의 시점, ② 국토보전상의 시점, ③ 식생상의 시점, ④ 동물보호상의 시점 및 ⑤ 경관상의 시점 등에 대해 평정한다. 종합판정은 ①과 ②를 중심으로 실시하며, ③, ④ 및 ⑤의 판정에 대해서는 별도로 대응하도록 한다. 또한 임도통과가 부적당한 지역에 대해서는 충분한 대책을 강구할

필요가 있는 구간(A), 노선설정에 세심한 주의를 필요로 하는 구간(B) 및 통상적인 주의를 필요로 하는 구간(C) 등으로 구분하여 실시한다.

특히 자연환경, 경관보전상의 영향은 임도개설에 따른 伐開, 切·盛土 비탈면 및 구조물 등이 생태계 등의 자연환경에 미치는 영향에 대해 표 1의 15개 항목에 걸쳐 평정하며, 중요도는 특히 「중요」, 중요도 「대」, 「중」, 「소」의 4단계로 구분하여 평점화한다. 또한 국토보전상의 영향도는 임도개설에 따른 切土나 盛土 등이 林地保全에 미치는 영향에 대해 5개 항목에 걸쳐 표 2와 같이 평정한다.

한편 식생의 시점에서의 영향도는 林相, 樹種, 疎密度, 하층식생, 이끼류 및 희귀식물 등에 의해 평정하지만 임도개설이 삼림이나 식물에 미치는 영향은 풍해, 동기 건조해, 염풍해, 설해, 干害, 일사 등의 피해, 凍害, 土壤 濕潤化에 의한 피해, 捨土害, 飛石이나 轉石에 의한 피해, 崩壞助長에 의한 피해, 浸蝕助長에 의한 피해, 배수불량에 의한 피해, 덩굴·植物 繁茂에 의한 피해, 外來植物의 분포 확대·식물의 盜採 등의 인위적 파괴 등이 있다. 또한 임도개설이 동물에 미치는 영향은 공사중의 소음과 인간의 출입에 의한 번식방해나 일시적인 추방에 의한 동물상의 변화, 삼림벌채 등에 의한 生息環境變化에 따른 동물상 변화, 도로개설에 의한 직접적 영향인 자동차 사고나 移動

路 分斷에 의한 동물상 변화 등이 있다. 이외에 경관상의 영향도는 주요 전망지점에서의 可視程度에 대해 평정한다.

### 3.5. 對應措置

임도 통과가 부적당한 지역중 충분한 대책을 강구할 필요가 있는 구간(A)의 노선계획은 영향을 최소화하는 공법 및 시설을 검토하거나 노선의 일부 변경을 포함한 충분한 대책을 마련한다. 또한 노선설정에 세심한 주의를 필요로 하는 구간(B)의 노선계획은 공법이나 시설에 대해 구체적인 조건을 제시하며, 통상적인 주의를 필요로 하는 구간(C)에는 필요에 따른 유의사항을 지시하도록 한다.

임도의 계획단계에 있어서의 환경영향평가는 이상과 같이 진행하면 되나 설계, 시공 및 유지관리 단계에 있어서도 각 단계별로 확인을 반복하면서 적절한 개선책을 마련해야 한다.

### 3.6. 報告書 作成

환경영향평가 보고서는 조사대상 사업계획이 환경에 어떠한 영향을 미치는가를 명확히 해야 함은 물론 어떠한 환경보전상의 배려를 할 것인가에 대해서도 다음의 항목에 따라 필요한 도면을 정비하여 작성한다.

#### 3.6.1. 調查概要

임도개설에 따른 환경영향평가를 정확히 하기 위해 조사 목적과 내용을 가능한 한 상세히 기술함과 동시에 조사 순서나 경위 등에 대해서도 명확히 기술한다.

#### 3.6.2. 事業計劃 概要

해당사업의 기본계획과 실시계획에 관한 사항과 계획배경에 대하여 명확히 작성함과 동시에 사업의 시행구역이나 주요 공사계획 등을 기술한다. 즉 사업계획의 경위와 목적, 계획내

용(사업의 시행구역, 주요 공사계획, 사업효과 및 공사경과) 등에 대해 구체적으로 기술한다.

#### 3.6.3. 路線選定

조사대상지역의 사회적·자연적 조건 등에 대한 현황과 계획노선 선정과정을 기술한다. 즉 환경현황(사회·자연환경, 권리·제한)과 노선(안) 선정(노선통과가 부적합한 지역, 노선으로서 연결이 불가능 지역, 최적노선과 비교노선 추출과 비교검토, 노선(안)선정)에 대해 구체적으로 기술한다.

#### 3.6.4. 林道開設의 影響과 保全對策

노선(안)으로 결정된 계획노선의 주변상황을 상세히 파악하여 임도개설이 주변환경에 미치는 영향을 예측평가하며, 계획노선의 일부수정을 포함한 보전대책의 검토결과를 기술한다. 즉 노선(안) 주변현황, 노선(안) 주변환경에 미치는 영향의 예측평가 및 보전대책에 대해 구체적으로 기술한다.

#### 3.6.5. 要約

보고서의 요점과 사업주체에 대한 제언 등에 대해 개략적으로 기술한다.

## 4. 環境親和型 林道事業

각종 토목사업은 자연환경의 변화가 인간사회에 미치는 재해를 경감하고 인간의 편리성, 가치관의 다양화와 욕구의 고도화를 충족시키는 공간창출을 위해 실시되는 「환경과 인간과의 상호작용」이나(竹林 征三, 1994) 최근에는 대형 토목장비의 개발에 의해 토목사업지들 중심으로 대규모의 地形改變이 일어나고 있다. 특히 임도사업지는 시공대상지가 급경사지로 무계획한 지형개변에 의해 여러가지 부작용이 나타나기 때문에 환경보전을 고려한 임도사업

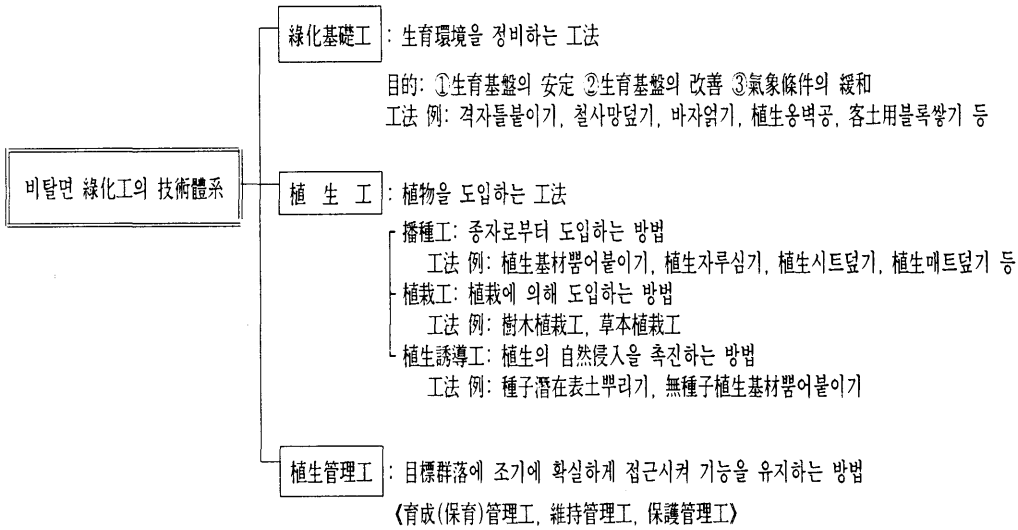


그림 3. 植生 復元·再生을 위한 技術體系(山寺 喜成, 1996)

을 실시하기 위한 배려사항과 친환경적 공법 사례를 소개한다.

#### 4.1. 配慮事項

##### 4.1.1. 生態系 및 自然條件에 대한 배려

임도 주변의 자연환경을 보전하기 위해서는 계획구역의 자연환경이나 生息種 등을 정확하게 파악함과 동시에 임도개설이 자연환경에 미치는 영향을 예측하여 유역특성에 알맞은 적절한 대책을 마련해야 한다. 또한 자연환경이 불량한 지역에는 새로운 자연환경을 복원·창출하도록 하며, 동시에 이 공간이 주변환경과 조화되고 인간과도 친숙하도록 생태계 및 환경조건을 충분히 배려한 사업을 실시하도록 한다.

##### 4.1.2. 土砂災害 및 水質汚染에 대한 배려

임도개설에 의한 각종 土砂災害(임도비탈면의 침식량 및 산지급류하천의 토사이동량 조사) 및 계류의 수질(浮遊土砂量 및 각종 이온 성분)과 수량 변화를 조사함과 동시에 식생에

의한 비탈면 안정공법, 노면 세굴방지를 위한 간벌재에 의한 橫斷排水溝 설치와 沈砂池와 같은 防災施設을 정비하여 임도개설 초기의 각종 토사재해 및 수질악화에 특히 유의하도록 한다.

#### 4.2. 環境 親和型 林道 비탈면 安定工法

임도 비탈면 안정공법이 이전부터 시공되고 있으나 주변환경과의 조화를 고려하지 않은 사업이 시행되어 지역주민으로부터 문제가 제기되고 있다. 따라서 임도사업이 환경파괴사업이 아닌 環境改變事業이 되기 위해서는 임도개설지의 제반상황을 충분히 파악한 후 그림 3의 내용과 같은 임도의 物理的(防災의 機能)·生態的 安定(景觀의 機能)工法이 시공되어야 한다.

##### 4.2.1. 在來植生에 의한 비탈면 安定

식생은 생장이 일정치 않고 목적달성에 시간이 많이 걸리며, 일정한 생육공간을 필요로 할 뿐 아니라 형태가 일정치 않다는 점(江崎 次夫, 1989)이 토목구조물에 비해 불리하나 비



탈면 주변 생태계와의 보전과 조화, 경관형성에 유리하다는 점에서 최근에 들어 친환경적 임도사업 자재로 많이 사용되고 있다(山寺 喜成, 1991).

따라서 비탈면 녹화용 식물은 표 3과 같이 침식방지의 시점, 식물자체에 요구되는 특성 및 시공관리 관점에서 요구되는 점을 만족하는 수종을 선택해야 하나 조기 녹화를 위해 이전부터 이용되어 온 외래종은 재래종을 도입한 경우에 비해 재래종 이행으로의 植生遷移 단계가 필요하다는 점과 주변과의 위화감, 재래종의 침입이 곤란하다는 점 등의 문제점이 있으므로 재래종에 의한 비탈면 안정을 적극 시도되고 있다. 그러나 재래종을 도입할 경우에는 使用種數와 전문업자의 부족, 유통경로와 보존방법의 불확실, 낮은 발아율과 늦은 초기성장 등의 문제점이 있으므로 이에 대한 해결책이 마련되어야 할 것이다.

4.2.2. 浸蝕防止 및 綠化被覆資材

불안정한 임도 비탈면은 종자가 발아하여 뿌리를 내리기 이전에 강우에 의해 土壤基材나 종자가 유실되거나 강풍과 건조 등에 의해 식물이 착생하기 어렵다. 따라서 임도 비탈면의 피복자재는 토양기재와 종자를 포함할 뿐 아니라 침식방지, 종자의 발아촉진, 通氣성과 保水性이 확보되어야 하며, 또한 중량이 가벼워야

함과 동시에 단위면적당 토양기재가 상당히 무겁기 때문에 충분한 강도가 있어야 한다.

이와같은 문제점을 해결하기 위해 다양한 공법이 개발되고 있으나 최근에 폴리에스테르 섬유를 소재로 한 不織布시트에 배지, 비료, 종자를 혼입한 MS(Mulching sheet)와 GB(Green bag)이 개발되어 실용화되고 있다(江崎 次夫 등, 1994; 早川 誠而 등, 1993, 1994; 丸本 卓哉 등 1994). 이 공법은 시공장소의 토양조건이나 기후조건에 따라 혼입물을 변경하기 쉽다는 점과 야간의 토양온도 저하방지, 시트밑 미생물 활성화 저하방지 및 초봄의 근계활동 촉진에 유효하며, 건조조건에서는 水分保持機能이 높아 식물의 생육을 양호하게 하므로 임도의 절토 비탈면의 녹화는 물론 화산지형의 녹화 등에도 폭넓게 사용되고 있다.

4.2.3. 共生微生物의 植生回復技術

임도의 비탈면에는 양분이 거의 없기 때문에 임목의 초기성장 촉진 및 각종 병충해에 대한 저항성을 증대시키기 위해 지역 고유의 外生菌根菌이나 VA菌根 등을 이용한 菌根共生技術이 도입되고 있으며, 菌根의 공생환경 정비나 유도기술에 대한 관심이 증대되어 균에 대한 宿主의 受入機構, 균의 生育機構, 根系內의 複數菌間의 경합 등 생물간의 상호작용에 관한 연구가 진행되고 있다.

表 3. 植物에 요구되는 조건(江崎 次夫, 1984)

浸蝕防止 관점	植物 自體에 요구되는 특성	施工管理 관점
1. 잎의 면적이 넓어야 함	1. 多年生으로 키가 낮아야 함	1. 입수하기 쉬어야 함
2. 잎과 가지수가 많아야 함	2. 初期生長이 빨라야 함	2. 시공비가 낮아야 함
3. 成立密度가 높아야 함	3. 土地에 대한 要求度가 적어야 함	3. 施工性이 뛰어나야 함
4. 地上部가 잘 발달돼야 함	4. 酸性土壤이나 乾燥에 잘 견딜 수 있어야 함	4. 維持管理費가 적게 들어야 함
5. 根系가 잘 발달돼야 함	5. 繁殖力이 旺盛해야 함	5. 주위 환경에 위화감을 만들지 말아야 함
6. 토양의 緊縛力이 우수해야 함	6. 病蟲害에 강하고 잘 衰退하지 말아야 함	
7. 키의 변화가 있어야 함	7. 常綠 또는 綠陰期間이 길어야 함	

특히 자실체의 발생빈도가 높은 外生菌根菌의 탐색과 균주 수집, 증식자재의 검토는 물론 일부 외생균근균에 대해서는 營養菌絲의 생활형이 조사되고 있으며, 접종·감염시험은 실내 및 야외에서 시도되어 실용화되고 있다. 또한 VA菌根菌을 녹화공법으로 활용하기 위해 균주 수집, 증식자재 종류, 증식방법 및 생육환경에 대한 검토가 다양하게 진행되는 한편 전국적으로 현지화 시험이 진행되고 있다(岡部 宏秋 등, 1994).

#### 4.2.4. 각종 木製 土木施設의 개발

최근 목재수요 확대를 위한 방법의 일환으로 목재 토목시설의 개발이 진행되어 간벌재의 유효이용이 중요한 과제가 되고 있으며, 치산분야에서도 목재 사방댐, 목재 유로공, 목재 흠막이, 목재 비탈면 격자틀붙이기, 목재 바람막이, 낙석방지책 완충공, 목재 보도공, 목재 배수공 및 목재 횡단배수공 등이 개발되어 실용화되고 있다(社團法人 北海道治山協會, 1991).

특히 임도분야에 적용될 수 있는 목재 흠막이는 콘크리트 흠막이에 비해 基盤地盤에 대한 적용성이 높아 시공이 간단하고 背面으로부터 침투수의 배수가 양호하며, 안 채우기 재료로 현장에서 발생된 土砂礫을 사용할 수 있을 뿐 아니라 경관의 보전·조화에도 뛰어나 다양한 공법이 개발되고 있다. 또한 목재 횡단배수공 등의 배수시설은 높은 현지 적응성, 通水斷面의 선정, 측면으로부터의 침투·배수 가능, 工期 단축, 省力化와 현지조달 가능, 경관보전에 유리할 뿐 아니라 토질에 관계없이 시공이 가능하다는 점에서 널리 이용되고 있다(溝越 久雄, 1991; 熊野 功, 1994)

이외에도 콘크리트공법에 의한 수질오염과 레미콘의 洗淨排水에 의한 pH의 상승을 방지하기 위해 강우기간중 콘크리트 타설 중지, 표면처리 재료에 의한 강우 처리와 세정수 수집 등이 실시되거나(佐藤 健之, 1994), 임도공사에 의한 재해발생, 자연 생태계의 변화, 불특정 다수의 도시주민의 무단출입, 쓰레기 投棄,

동식물 채취 등을 고려한 路側 工作物과 濁水 對策으로서의 배수시설 등이 시공되고 있다(田淵 豊, 1994; 谷口 直幸·古畑 義隆, 1995).

## 5. 結 論

일본의 임도사업은 초기에는 여러가지 시행착오를 겪으면서 현 상태에 이르게 되었으므로 우리나라의 경우에도 어느 정도의 시행착오는 감수해야 하나 일본의 초기 임도사업이 환경을 배려하지 못했다는 중대 시행착오를 우리나라 임도사업에서 반복해서는 안될 것이며, 오히려 우리나라 실정에 알맞은 친환경적 임도사업을 위한 귀중한 자료로 삼아야 할 것이다.

따라서 본 논문은 「第10次 IBRD 教育借款 '95 海外訓練」에 의해 6개월간 진행된 일본연수를 통해 최근에 있어 일본의 임도사업이 단순한 교통로 개통에 목적을 두는 것이 아니라 환경과 조화한 이른바 환경친화형 임도사업이 진행되고 있는 내용을 정리한 것이므로 우리나라에서 진행되고 있는 대규모의 임도사업이 합리적인 유역관리와 환경을 고려한 사업이 될 수 있도록 참고자료가 되었으면 한다.

## 引用文獻

1. 全權雨·車斗松·崔鍾天·李在善. 1995. 林道開設의 實踐 -環境保全 및 流域管理를 지향한 林道施工-. 江原大學校 林道委員會 134pp.
2. 江崎 次夫. 1984. 林道のり面保全に關する研究. 愛媛大學演習林報告 21: 1-116.
3. 江崎 次夫. 1989. のり面の綠化について. 平成元年度第1回愛媛縣土質工學研究會發表要旨集:1-10.
4. 江崎 次夫·丸本 卓哉·早川 誠而·山本 一夫·岡部 宏秋. 1994. 樹木および草本植物の生育に對する被覆資材の效果. 中日水土保持敷蓋資材應用研討會論文集:35-37.

5. Hayakawa, S., Suzuki, Y., Marumoto, T.. 1993. Effects of mulching on the thermal environment of root zone and crop growth. *J. Agr. Met.* 48(5): 675-678.
6. 早川 誠而・吉澤 知展・丸本 卓哉・江崎次夫・岡部 宏秋・徐 森雄. 1994. 被覆資材が土壤溫濕度環境に及ぼす影響. *中日水土保持敷蓋資材應用研討會論文集*: 21-34.
7. 北海道林務部治山課. 1991. 木で山をまもる -木製土木施設開發事例-. 社團法人北海道治山協會 95pp.
8. 神崎 康一・酒井 徹朗. 1994. 山腹崩壊に對して安全な林道線選定方法に關する研究. *森公弘濟會調查研究報告書 第1號*: 1-45.
9. 勝屋 繁治. 1994. ふるさと林道開設計劃にあたって. *林道* 31(7): 155-162.
10. 公團林道環境アセスメント調査研究委員會. 1989. 公團林道環境アセスメント調査研究報告書. (財)森公弘濟會 83pp.
11. 熊野 功. 1994. 自然にやさしい林道の管理. *林道* 31(9): 214-217.
12. 丸本 卓哉・早川 誠而・江崎 次夫・山本一夫. 1994. 被覆資材の土壤浸蝕防止・綠化效果と實施例. *中日水土保持敷蓋資材應用研討會論文集*: 49-61.
13. 溝越 久雄. 1991. 簡易木製排水施設の施工事例. *林道* 28(2): 27-31.
14. 岡部 宏秋・江崎 次夫・丸本 卓哉・早川誠而・赤間 慶子. 1994. 共生微生物の植生回復技術への適用(I) -外生菌根菌の活用-. *森林立地學會誌* 36(2): 55-63.
15. 林道研究會. 1995. 明日の林道を考える. *日本林道協會* 166pp.
16. 佐藤 健之. 1994. 自然環境保全を考慮した林道工事についての一事例. *林道* 31(3): 55-61.
17. 田淵 豊. 1994. 林道開設事業の進むべき方向. *林道* 31(3): 62-67.
18. 竹林 征三. 1994. 環境と建設事業との3つのインターフェイス. *土木技術資料* 36(12): 20-21.
19. 谷口 直幸・古畑 義隆. 1995. 治山工事における水質保全對策について. *林業技術* 642: 25-27.
20. 山寺 喜成. 1991. 林道工事における木本植物の導入に關する研究. *森公弘濟會調查研究報告書 第1號*: 207-286.
21. 山寺 喜成. 1996. 自然再生のための綠化工技術. 第1回 樹林化技術講習會(自然に調和した環境の創造): 29-62.