

森林經營計劃모델의 適用性 研究^{1*}

—FORPLAN 構造—

權五福² · 張哲洙² · 梁允碩²

The Application of Various Forest Resource Planning Models to Forest Management in Korea^{1*}

—FORPLAN Structures—

O-Bok Kwon² · Cheol Su Chang² · Yun Suk Yang²

要 約

FORPLAN은 미국의 國有林에서 多目的 利用計劃에 채용되고있는 복잡한 하나의 分析모델이다. 이 모델의 構造를 概觀하기 위하여 本 研究에서는 FORPLAN 要素들이 定義되고 FORPLAN의 發展過程에서 나타나는 3개 모델의 構造圖가 提示되며 각 모델의 장단점이 논의된다.

ABSTRACT

The Forest Planning Model(FORPLAN) is a conceptually complex model which has been designated as the "primary analysis tool for forest planning" for all American National Forests.

This paper defines eight FORPLAN components and shows the three model design frameworks that can be represented in FORPLAN version 1 and version 2.

Key words : FORPLAN ; FORPLAN version 1 ; FORPLAN version 2.

緒 論

FORPLAN (Johnson, 1985)¹⁾이란 森林經營計劃을 수립하는 과정에서 계획자들에게 계획상의 도움을 주기위하여 개발된 分析的 計劃모델이다.

이 모델은 森林의 多目的 利用計劃에 가장 적합한 分析모델이라고 인정되어 1983년부터 미국의 모든 國有林에서 經營計劃에 채용되고 있다.^{1,4)}

1976년에 개정된 미국 國有林管理法의 基本方向은 각 森林에서 木材뿐만 아니라 여러가지 資源을 結合生産하는 것이었고 費用-效果의 原則에 따라

經營案을 편성하는 것이었다.⁴⁾

이러한 基本方向에 맞는 모델을 개발하기 위하여 Timber RAM (Navon, 1971)⁴⁾을 재검토하는 과정에서 MUSYC (Johnson & Jones, 1979)⁴⁾이 개발되었고, 그것을 보완하는 과정에서 FORPLAN Version 1 (Johnson 등, 1986)⁴⁾이, 그리고 최종적으로 FORPLAN Version 2 (Johnson 등 1986)⁴⁾가 개발되었다.

FORPLAN의 Version 1^{1,4)}과 Version 2^{1,4)}는 다같이 Model I 과 Model II를 기초로 하고 있고 L.P. (Linear programming)에 의하여 분석하는 計劃모델이며 여러가지 代替案을 내포하고 있

¹ 接受 1988年 9月 16日 Received on September 16, 1988.

² 江原大學校 林科大學 College of Forestry, Kangweon National University.

* 本 研究는 文敎部學術研究 造成費 지원에 의해 이루어진 것임.

는 많은 FORPLAN 要素들이 관련되어 있으므로 개념상 대단히 복잡하다.

計劃모델이 복잡하다는 것은 그릇된 계획을 수립할 가능성이 크다는 것을 의미한다. FORPLAN이 가지고 있는 분석상의 장점을 충분히 활용하여 바른계획을 세우기 위해서는 그 要素들의 내용과 그들의 상호관계를 정확히 알아둘 필요가 있다.

本稿의 目的은 FORPLAN 要素들을 서술적으로 정의하고 그들 상호간의 관계를 도시적으로 표시하는데 있다.

要素들의 정의에서는 그들의 대체적인 내용과 주요機能이 모두 포함되도록 정의가 내려질 것이며, 그들의 상호관계에 대해서는 數學的 模型으로 표시하지 않고 構造圖를 사용하여 쉽게 확인할 수 있도록 설명될 것이다. 여기에서 FORPLAN 要素들의 명칭은 혼잡을 피하기 위하여 原語 그대로 사용하기로 한다.

FORPLAN 要素

1. Forest

FORPLAN으로 森林經營計劃을 위한 分析을 하고자할 때 分析의 대상이 되는 森林全體를 말한다.

經營案編成을 위한 森林區劃에서 經營區의 면적은 施業의 집약도에 따라 조절되는 것이 일반적인 경향이였다. 그러나 FORPLAN의 對象林은 面積的인 制約을 받을 필요가 전혀 없다. 한 營林署에서 관할하고 있는 森林全體는 물론이고, 한 地域 森林全體, 심지어는 한 나라의 森林全體가 FORPLAN의 分析對象이 될 수 있다.

그리고 FORPLAN은 일반적으로 長期計劃을 수립하는 데 사용되는 計劃모델이므로 現存林뿐만 아니라 後續林도 자연히 分析對象에 포함된다.

2. Analysis Area (A.A.)

經營案편성에서 經營區는 小班과 林班으로 구획되는 것이 原則이었다. 마찬가지로 FORPLAN에서도 分析을 위한 森林區劃이 필요하다.

FORPLAN에서는 植生, 傾斜度, 土壤 등이 同質的인 林分들을 Strata 또는 A.A.라 부르고 分析에 있어서 基本單位로 삼고있다.

대개의 경우 同質的이라고 인정되는 하나의 林

分만 가지고는 面積的으로 너무작고, 경우에 따라서는 한 經營區내에 그러한 林分들이 수 100 내지는 수 1,000개에 달할 것이므로 한 經營區내에 있는 同質的인 林分들을 하나로 묶어서 A.A.라고 부르는 것이다.

A.A.이외에 FORPLAN에서는 주로 地位나 地利級에 따라 몇개의 Zone으로 크게 구획하는 경우가 있다. 그러한 경우 Zone은 異質的인 林分들로 구성된 連續的인 하나의 森林區라고 말할 수 있으며, 만약에 각 Zone사이에 地位나 地利差가 심하여 造林的인 經營的인 特性이 크게 다를 때에는 Zone別로 A.A.를 설정해야함은 물론이다.

A.A.와 Zone을 이와같이 정의할 때 A.A.는 同質的인 林分들로 구성되어 있으므로 거기에서는 ha당 木材收穫量이라든가, ha당 費用이 필요하고, 또 의미가 있으나 Zone은 異質的인 林分들로 구성되어 있는 관계로 單位面積當의 數値는 별 의미가 없다. 오히려 Zone에서는 Zone전체에 대한 數値, 예를 들면 Zone에서 流出되는 전체 土砂量이라든가, Zone에서 生産되는 전체 牧草量 등이 計劃上 필요하고 의미가 있는 것이다.

森林計劃을 위한 FORPLAN 分析에서 우리는 A.A.別로 林地利用에 대한 意思決定을 하게 된다. 그러므로 森林을 A.A.로 구획하는 일은 어느 의미에서는 決定變數를 정하는 일과 같으며 따라서 森林計劃의 가장 기본적인 문제라 할 수 있다.

A.A.를 구획하는 데 있어서는 주로 두가지 要因이 작용한다. 하나는 經營者의 經營上의 希望이고 다른 하나는 設計者의 測樹上의 便易라고 말할 수 있다. 예를 들면, 經營者는 對象林地의 각 部分에 대한 經營上의 意思決定을 정확하게 할 것을 희망하여 많은 A.A.를 설치하기를 주장할 것이며 設計者는 測樹上의 어려움과 分析의 어려움 때문에 가능한 한 A.A.의 수를 줄이려고 할 것이다. 그러나 어느 경우를 막론하고 分析을 위하여 設置한 A.A.와 現場에서 實行할 때의 A.A.와는 一致되도록 해야한다.

3. Prescription

처방(RX)이라고 번역되는 말로 A.A.에게 내려지는 하나의 經營方針을 의미한다. 즉, 森林을 經營目的에 맞도록 경영하기 위하여 각 A.A.의

林況과 地況 그리고 地利 등을 세밀히 조사하고 각 A.A.에게 한가지 내지 두가지, 경우에 따라서는 여러가지 經營方針을 제시하게 되는 데, 이것을 FORPLAN에서는 의학에서와 같이 처방이라는 말로 표현하는 것이다.

병을 치료하기 위한 처방이 아니라 森林을合理的으로 경영하기 위한 처방인 것이다.

한 A.A.에게 여러가지 經營方針이 제시될 때 線形計劃에서는 그 여러가지 方針들에게 해당 A.A.의 面積을 얼마씩 割當하는 것이 가장 有利한가를 決定하게 되는 데 그러기 위해서는 Computer가 각 經營方針의 내용을 검토하여 有利性を 비교할 수 있도록 충분한 情報가 각 方針에 包含되어 있어야 한다.

經營方針의 主要内容은 施業目標(management emphasis)와 集約度(management intensity), 그리고 收穫에 대한 情報(yield information)의 3가지로 大別할 수 있다. 여기에서 施業目標란 木材生産이나, 牧草生産이나 또는 觀光林으로 利用해나갈 것이냐 하는 基本的인 林地利用문제에 관련되는 내용이고, 이에 반하여 集約度란 投資豫算을 고려한 經營의 集約도를 말하는 것으로 예를 들면 牧草生産에서는 管理費支出의 다소에 따라 上, 中, 下로 표시하고, 木材生産일 때에는 間伐實施여부에 따라 集約經營, 粗放經營 등으로 구분한다.

木材生産의 경우 集約度에서 NAT+HV란 天然更新후에 間伐없이 主伐만 실시하는 粗放經營(natural regeneration+final harvest)을 의미하며, N+PC+HV란 天然更新을 하고 몇차례 間伐을 실시한 후에 主伐을 하는 集約經營(natural regeneration + Precommercial thinning + commercial thinning + final harvest)을 말한다.

이와같이 施業目標과 集約도가 결정되면 收穫에 대한 情報가 필요하며 이것을 위하여 木材生産의 경우 撫育作業의 時期, 間伐의 開始期間, 間伐週期, 主伐期間, 主伐週期 등 收穫에 대한 모든 情報가 제시된다. 또 收穫量 계산을 위하여 사용될 材積收穫表와 全員收穫表가 제시되기도 한다. 그러나 여기에서 제시되는 收穫情報는 세부적인 收穫分期를 말하는 것이 아니라 더 넓은 범위의 收穫期間에 속하며 세부적인 收穫分期의 決定은 다

음에 언급될 treatment type에서 하게된다.

4. Activities/outputs (A./O.)

각 A.A.에게 내려진 처방, 즉 經營方針이 실현되려면 造林, 除伐, 間伐, 主伐, 伐木造林, 林道開設 등의 森林活動이 필요하고, 또 그러한 活動을 통하여 木材라는 生産物을 얻게 된다. 이때 森林에 가해지는 活動들을 activities라 부르고, 產出되는 生産物들을 outputs라 부르는 데 FORPLAN에서는 이 두 要素를 합하여 A./O.라 부르는 것이다.

과거의 森林計劃모델에서는 森林活動보다 生産物을 더 중요시한 나머지 A./O.를 다만 outputs라고 표현해 왔으며 FORPLAN에서도 역시 그러한 경향이 있다. 즉, scheduled outputs와 non-scheduled outputs가 그러한 예라 할 수 있으며, 전자는 林道開設이나 間伐收穫과 같이 作業하는 時期나 收穫되는 時期가 決定될 수 있는 森林活動과 生産物을 의미하고, 후자는 森林의 自然性(wilderness)과 같이 發生時期를 정할 수 없는 活動과 生産物을 의미하는 데, FORPLAN에서도 양자 모두에서 outputs만으로 活動과 生産物을 표현하고 있는 것이다. 그러므로 이러한 用語에 접할 때에는 늘 activities를 포함시켜서 생각할 필요가 있다.

또 FORPLAN에서는 다른 L.P. 모델에서와 마찬가지로 activity라는 독립된 用語를 사용할 때가 있다. 이것은 위에서 말하는 森林活動이라는 뜻이 아니라 오히려 經營方式에 해당하는 말이다. 하나의 예로, 어느 現存林을 30년 이내에 皆伐하고 後續林에 대해서는 伐期 20년으로 皆伐을 반복하는 것이라면(分期年數 10년), 이 森林을 경영하는 방식은 3가지로 생각할 수 있다. 즉, 現存林을 제 1分期에 皆伐하고 後續林을 20년伐期로 皆伐해 나가는 방법과 現存林을 제 2分期, 제 3分期에 각각 皆伐하고 後續林을 20년伐期로 皆伐해 나가는 방법 등 3가지 방식이 있고 각각의 방식에서는 伐採分期가 다르기 때문에 現在純收益도 서로 다르다는 것을 알 수 있다.

이와 같이 하나의 經營方針을 위하여 3가지 經營方式를 생각할 수 있는데 FORPLAN에서는 이 각각의 經營方式를 activity라 부르는 것이다.

FORPLAN에서 A./O.의 크기는 木材生産의

경우 生産材積으로, 牧草生産에서는 頭當 사육일 수(年間)로, 休養價値는 訪問日數(年間), 林道는 開設距離, 土砂量은 重量으로 測定하도록 되어 있고 경제적 가치로 평가할 때에는 계산에 필요한 費用과 粗收穫이 人力되어야 한다.

한편 森林의 自然性(wilderness)과 같은 것은 경제적 가치를 평가할 수 없으므로 保存地域에 대해서는 1로 표시되고 木材生産地域에서는 0으로 표시한다.

5. Identifiers

각 A.A.의 位置的, 造林의 特性和 施業目標 (management emphasis), 集約度(management intensity)를 한 분류표에 정리하여 Computer에 入力시키면 施業上的 制約을 하는 데 있어서나 出力을 위한 資料集計에 대단히 편리하다.

Identifier란 이러한 분류표의 分類項目에 해당하며 項目에는 Level 1, Level 2, Level 3, Working Group, Land class, Condition class, Management Emphasis, Management Intensity 등 8가지가 있다.

이 8가지 項目중에서 처음 5개 項目은 A.A.의 特性을 기록하는 항목이고, 끝에서 부터 2개 項目에는 해당 A.A.에 대한 施業目標과 集約도를 표시한다. 그리고 그 사이에 있는 한 項目 condition class에는 現存林과 後續林의 植生型을 기록하도록 되어 있다.

하나의 예로 지금 어느 A.A.에 대한 特性和 施業目標, 그리고 施業의 集約도가 ZONEA, EAST, PUBLIC, PINE, ALL, MATURE, HAR-CC, TIMBER, NAT-HV와 같이 분류항목의 순서에 따라 定義되었다고 가정하면, 본 예에서는 첫 세가지 identifier(Level 1, Level 2, Level 3)를 해당 A.A.가 Zone A에 속하고, 동쪽에 位置하며 公有林이라는 사실을 밝히는 데 사용하고 있다. 사실은 첫 세가지 identifier는 설계자가 임의로 명칭을 정의하여 사용할 수 있는 것들이며, 분류할 사항이 없을 때에는 그 identifier들은 사용하지 않아도 된다. 그런데 본 예에서는 이 세가지 항목을 A.A.의 所屬, 位置 그리고 所有區分을 위하여 사용한 것이다.

제 4 란은 現存林이 소나무純林으로 구성되어 있다는 뜻이고 (PINE), 제 5 란의 地況分類는 分類

事項이 없어 identifier사용을 포기한다는 뜻이다 (ALL). 만약에 地況分類를 포기하지 않고 傾斜度分類(40%이하, 40%~70%, 70%이상)에 사용한다면 經營區의 傾斜度別 面積을 쉽게 집계할 수 있는 것이다.

진술한 바와 같이 제 6 란은 現實林과 後續林의 植生型을 표시하는 란이다. 본 예에서 現實林은 成熟林(MATURE)이라고 기록되어 있고 後續林의 植生型은 皆伐(harvest-clearcutting)이라고 되어 있다. 즉 後續林은 장차 皆伐作業으로 施業해 나가겠다는 뜻이다. 만약에 施業目標가 木材生産이 아니고 牧草生産으로 정의되어 있었다면 後續林의 condition class는 meadow로 정의되었을 것이다. 이와 같이 後續林의 condition class는 장래의 施業目標와 깊은 관계가 있다.

제 7 란과 제 8 란은 A.A.의 施業目標과 集約도를 위한 란이다. 본 예에서는 施業目標가 木材生産(TIMBER)으로 되어 있고 集約도는 天然更新과 主伐(NAT-HV)로 되어 있다. 식재조림을 하지 않고 天然에 맡기어 갱신하고, 제벌, 간벌 등의 무육작업없이 主伐만 하게 됨으로 natural regeneration+final harvest는 木材生産林으로서는 粗放經營에 속한다.

이상에서 identifier의 役割은 經營區내의 林況과 地況의 分類에 있음을 알 수 있다. 실제로 identifier를 사용하면 여러가지 分類가 可能하다.

예를 들면 傾斜(40%이하, 40%~70%, 70%이상), 作業種(皆伐, 傘伐, 擇伐), 樹種(소나무林, 낙엽송林, 잣나무林, 混楡林), 集約度(天然更新+主伐, 天然更新+間伐+主伐, 人工植栽+主伐), 立木度(上, 中, 下) 등의 分類에 사용할 수 있는 것이다.

6. Qualifiers

生産活動에 소요되는 費用내지는 物資라든가 生産活動의 結果로 획득되는 生産物의 量은 일반적으로 物理的 單位나 經濟的 單位로 표시할 수 있다.

이러한 測定單位에 대하여 FORPLAN에서는 物理的 單位로 amount를 사용하고 經濟的 單位로는 dollar를 사용하도록 규정하고 있으며 이러한 單位를 qualifier라 부른다.

또 FORPLAN에서는 amount나 dollar 등과 같

은 qualifier 이외에 설계자가 새로운 qualifier를 정의해서 사용하도록 되어 있다.

새로운 qualifier에 대하여 예를 들면 伐採運搬費가 m³당 15만원이라고 하는 대신에 새로운 qualifier로 平均伐區面積을 사용하여 m³당 伐採運搬費를 계산하는 경우 伐區面積이 0~30ha일때 30만원, 30~50ha일때 20만원, 50~60ha일때 10만원 등과 같이 더 세밀하게 費用計算을 할 수 있는 것이다.

마찬가지로 木材價格이 m³당 30만원이라고 간단히 평가하는 대신에 伐採木平均直徑을 새로운 qualifier로 사용하면 直徑이 20~30cm일때 20만원, 30~40cm일때 25만원, 40~50cm일때 35만원, 40cm이상일 때 50만원 등과 같이 木材價格이 直徑의 함수가 되도록 표시할 수 있다.

이와 같이 qualifier는 여러가지 새로운 것들을 정의할 수 있으며 새로운 qualifier가 정의되었을 때 더욱 더 세밀하게 收穫과 費用을 평가할 수 있다.

7. Treatment Type(T.T.)

木材生産에서 收穫된 木材의 種類(用材, 薪炭材, 杭木)라든가, 전체적인 收穫量뿐만 아니라 어느 分期에서 몇 m³가 收穫되었는가 하는 Treatment Type을 알아 둘 필요가 있다.

왜냐하면 전체적인 收穫量은 같다 하더라도 收穫分期가 다르면 現存 純收益에는 差異가 생기고 또 收穫分期가 다르면 總收穫量 자체에도 差異가 생길 수 있기 때문이다.

예를 들면 소나무림에서 杭木을 생산하는 경우 현재 그 林分을 皆伐하여 30cm³의 杭木을 생산하는 방법과 현재 間벌을 통하여 5m³를 생산하고 5년후에 主伐收穫에서 27m³을 생산하는 방법이 있다고 하자. 그러면 이 두가지 방법에서 공통점은 杭木生産이고 다른 점은 伐採時期와 收穫材積이다.

이와 같이 동일용도의 木材를 생산하는 데 있어서도 treatment type 여하에 따라 伐採時期가 달라지고 收穫量에 차이가 나타나 결국 經濟的으로나 物質的으로 우열이 생기게 된다.

이러한 이유에서 FORPLAN에서는 반드시 treatment type를 고려해서 收穫量을 評價하도록 되어 있다.

8. Aggregate Emphasis (A.E.)

앞에서 우리는 어느 A.A.에 대한 施業目標를 management emphasis라 칭해 왔다. 여기에서 말하는 aggregate emphasis는 어느 A.A.에 대한 施業目標가 아니라 어느 Zone에 대한 施業目標를 말한다.

FORPLAN의 version 1과 version 2의 차이점은 version 2에서는 version 1에서 생각하지 못했던 A.E.의 개념을 도입했다는 점이다. 그러므로 이 개념은 version 2를 이해하는 데 있어서 대단히 중요하다.

經營案이 現場의 실정에 부합되려면 特殊地域에 는 거기에 맞는 特殊施業이 指定되어 있어야 한다. 그러므로 線形計劃分析에서 사용된 決定變數가 特殊地域에 대한 고려없이 다만 林型에 따라 정의된 것이라면 그러한 分析에서 나타난 결과는 결코 經營案實行에는 큰 도움을 줄 수 없는 것이다. 더구나 林道開設費라든가 木材採收費와 같은 것은 주로 地勢, 土壤, 林分의 分布狀態 등에 따라 크게 달라지는 데 그러한 費用評價는 林型만을 고려하는 收穫計劃에서는 정확한 평가를 할 수 없다.

또 同一地域내에서도 어느 곳에 먼저 林道를 개설하고 어떠한 순서로 擴大開設해 나가는가에 따라 開設費는 물론이고 開設로 인하여 야기되는 土砂流出量이라든가 景觀의 質, 水源涵養, 野生動物의 서식환경 등에 큰 차이가 생긴다.

이러한 모든 地域의 特性을 計劃모델에 반영시키기 위한 하나의 方法으로는 우선 經營區를 開發目的에 따라 林地의 特殊性에 따라 몇개의 Zone으로 區分하는 일이다.

Zone 區分에 있어서는 施業目標(木材生産, 休養, 牧草生産)에 차이가 있다든가 또는 林道開設計劃에 차이가 있을 때에는 각각 다른 Zone으로 구분해야 함은 물론이고 모든 林地가 반드시 어느 Zone에 소속되도록 해야 한다.

計劃모델에 Zone을 참가시키는 方法은 Crim(1980)⁴⁾에 의하여 開發되었고 이러한 方法을 A.E.法이라 부르기도 한다.

다시말해서 A.E.란 각 Zone의 施業目標를 말하며 각 Zone에서 가장 合理的인 施業目標를 선택하여 그것들을 전체분석에 반영시키는 方法을

A.E.法이라 부른다.

FORPLAN의 構造

FORPLAN 要素들의 定義를 통하여 各要素들에 대한 대체적인 내용은 알 수 있었으나 그들 사이의 관계에 대해서는 전혀 알 수 없었다. 여기에서는 FORPLAN要素들이 어떻게 結合해서 森林計劃의 目的을 달성시켜주고 있는 가를 알아보기 위하여 FORPLAN의 構造를 살펴보기로 한다.

FORPLAN의 構造는 A.A.를 기초로 해서 分析하느냐, Zone을 기초로 하느냐, 또는 A.A.와 Zone을 기초로 하느냐에 따라 構造가 달라짐은 물론이고 그 3가지 方法들의 分析結果에 있어서도 차이가 크다.

따라서 여기에서 論議될 FORPLAN構造는 各 各의 方法에 대한 構造에 초점을 맞추기로 하고 그 方法들의 經營上의 長短點에 대해서도 언급하기로 한다.

1. A.A.를 기초로 하는 모델

FORPLAN에서 우선적으로 해야 할 業務는 計劃對象林(forest)을 A.A.로 區劃하는 일이다. 이 業務는 直感的으로는 經營案編成에서 '森林區劃에 해당하는 業務라고 생각할 수 있으나 실제로는 森林區劃보다 業務의 範圍가 더 넓다. 地勢, 地位, 地利 등 林地의 立地條件뿐만 아니라, 森林의 植生狀態, 樹種, 年齡, 立木度 등 현재의 森林狀況을 조사하고 그것들을 根據로 하여 現存林의 取扱方法과 장래에 채용될 施業方針(樹種, 作業種, 伐期齡)을 決定하는 데 있어서 同質的이라고 생각되는 A.A.를 區劃하는 業務임으로 그러한 의미에서는 오히려 經營案編成의 務業에 해당하는 業務라고 말할 수 있다. A.A.의 經營案業務가 끝나면 다음 단계에서는 각 A.A.別로 施業方針(perscription)을 決定하게 되는 데 이 業務는 A.A.의 區劃過程에서 調査한 林況과 地況에 근거를 두고 실시한다.

전술한 바와 같이 施業方針에서는 現存林에 대한 施業方針은 물론이고 後續林에 대한 施業目標, 集約度, 收穫時期 등을 결정하게 되며, 이 業務는 經營案編成에서 樹種, 作業種, 伐期齡 등을 결정하는 本業에 해당하는 業務라고 말할 수 있다.

그러나 經營案을 編成할 때의 本業과 다른점은 經營案編成에서는 하나의 作業級을 위하여 한가지

의 施業方針이 제시되는 것이 原則이었으나 FORPLAN에서는 각 A.A.에게 여러가지 施業方針을 추천할 수 있다는 점이다.

FORPLAN에서 한 A.A.에 대한 施業方針을 여러가지로 추천할 수 있는 것은 線形計劃에서 한 A.A.의 施業方針들은 각각의 決定變數에 해당하며 Computer는 각 施業方針의 經濟性을 판단하여 目的函數가 최대가 되도록 變數의 크기를 결정해 줄 수 있기 때문이다.

施業方針이 결정되면 다음 단계에서는 決定된 施業方針을 수행해 나가는 데 필요한 施業活動(activities)과 그 活動을 통하여 產出되는 生産物(outputs)을 예정한다. A./O.는 施業方針을 보완하기 위한 요소라고 말할 수 있는 것으로 育林過程과 伐出過程에서 經營上 필요한 모든 施業活動과 生産물이 모두 포함된다.

A./O.가 정의되면 그 다음 단계에서는 施業分期와 分期別 收穫量을 구체적으로 예정하기 위하여 treatment type를 정의하고 qualifier를 사용하여 物質收穫(yields)내지는 金員收穫(economics)을 평가하게 된다.

이상의 計劃業務를 순서에 따라 도표화한 다음의 FORPLAN構造圖에서(Fig.1) 알 수 있는 사실은 業務가 위에서 밑으로 내려가면서 더 세부적이라는 점이다.

業務의 첫 단계에서는 計劃對象林을 정하고 그것이 결정된 후 森林을 구획하여 A.A.를 확정, 각 A.A.에 대한 施業方針을 세우게 되는데 그 다음 단계에 가면 더 細部的으로 A./O.를 예정해야 하고 分期別 施業計劃을 수립해야 한다.

그러나 計算資料를 入力시킬 때에는 이와 반대의 순서로 진행시켜야 한다. 즉, 밑에서 위로 올라가면서 資料가 入力되는 것이다. 이러한 관계로 FORPLAN의 入力指針書を 보면 밑에서 위로 진행하면서 入力方法이 설명되어 있다.

여기에서 identifier의 중요한 役割로 두가지를 지적할 수 있다. 하나는 A.A.를 Prescription과 結合시켜 주는 일이고 다른 하나는 A./O.를 結合된 A.A.-Prescription에 連結시키는 일이다.

전술한 바와 같이 FORPLAN에는 8가지의 identifier가 있다. 처음 5가지는 A.A.에 대한 生物學의 特性과 地理의 特性을 기술하기 위한 것이고 나머지 3가지는 해당 A.A.에 대한 施業上의

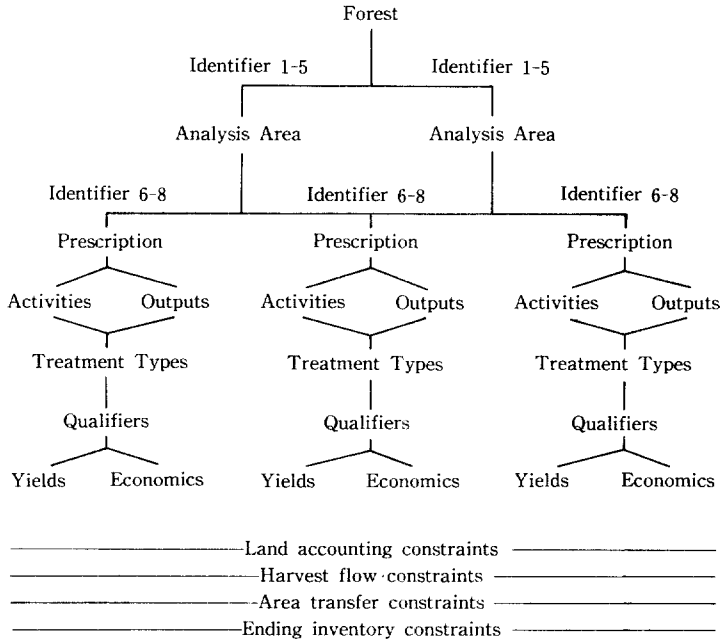


Fig. 1. FORPLAN framework for strata based approaches.

特性을 위한 것이다.

이러한 방법으로 identifier를 사용할 때 森林이 아무리 많은 A.A.로 區劃되어 있고 또 Prescription이 아무리 여러 種類가 있다 하더라도 그 森林의 모든 A.A.와 Prescription을 결합시킬 수 있는 能力을 Computer는 가지고 있는 것이다.

더 구체적으로 말하면 이러한 identifier의 방법으로는 100억개의 A.A.와 100만 종류의 Prescription이 있다하더라도 처리가 가능한 것으로 알려져 있다.

또 더욱 중요한 사실은 identifier의 방법은 A.A.-Prescription 結合을 확인하는 데 대단히 편리한 방법이라는 점이다. 이점은 線形計劃을 위한 Matrix작성에 크게 도움이 된다. 계산기내에서 FORPLAN Matrix generator는 A.A.-Prescription 結合에 材積收穫이나 金貝收穫 그리고 制約條件 등을 정확히 결합시켜 주기 위하여 identifier를 사용하기도 한다.

끝으로 이와 같이 하여 經營方式(activity) 별로 利益係數가 결정되면, Computer는 制約條件을 만족시켜가며 目的函數를 最大化하는 決定變數를 계산하게 되는 데, 制約條件에는 材積制約, 面積制約, 期末蓄積에 대한 制約, 그리고 Model II의

경우 面積移轉制約 등 여러가지가 있다.

2. Zone을 기초로 하는 모델

A.A.를 기초로 하여 森林計劃을 수립할 때에는 두가지의 결정적인 결점이 있다.

그 하나는 L.P.計算에서 나타난 最適解는 施業量만 제시할 뿐 施業場所를 提示할 能力이 없기 때문에 실제 문제로서 現場에서 施業場所의 決定이 어렵다는 것이다.

예를 들면 面積 300ha인 어느 A.A.에서 어느 分期에 5ha를 皆伐하는 것으로 되어 있을 때 林型이 同質의이고 面積의으로 離散的인 300ha의 森林에서 5ha의 伐採場所를 選定한다는 것은 확실히 任意的일 수 밖에 없다.

이 방법은 實行에 融通性은 있으나 空間次元을 꼭 필요로 하는 計劃에서 이러한 방법은 計劃法으로서는 적당하지 못하다.

그러나 이 방법은 A.A.를 Zone별로 정의함으로써 다소간 空間의 不確實性을 완화시킬 수는 있다. 왜냐하면 Zone별로 A.A.를 정의할 때 A.A.의 面積이 좁아지고 또 그와같이 區劃된 A.A.는 地利的으로 더욱 同質의이 될 수 있기 때문이다. 그러나 이 경우에는 決定變數가 증가함으로 L.P.行列의 列數가 증가하고 따라서 面積會計行도 증

가하게 됨으로 A.A.의 수를 증가시키는 데는 한계가 있다.

또 이 방법에서는 施業場所의 선정에 融通性이 있기 때문에 隣接 A.A.와 어느 同種의 施業에 대해서는 共同施業을 실시하여 作業의 能率을 올릴 수도 있으나 불행하게도 각 A.A.는 獨立의으로 施業方針이 결정되는 관계로 隣接 A.A.와 같은 分期에 同種의 施業이 指定된다는 것은 어려운 일이다. 이때에도 制約을 가하여 같은 分期에 同種施業이 指定되도록 할 수 있으나 역시 行數의 증가로 不可能하다.

A.A.를 기초로 하는 森林計劃의 다른 하나의 결점은 모든 森林收穫을 ha당으로 표시하고 있다는 점이다. 즉 A.A.를 기초로 하는 分析에서는 林道開設費, 休養的 利用效果, 土砂流出量 등도 木材收穫과 마찬가지로 ha당으로 계산되어, 그것들을 森林面積의 함수로 취급하고 있으나 그러한 요소들은 어디까지나 Zone별로 파악하여 地域의 特性을 나타내는 자료로 삼아야 한다는 것이다.

이러한 이유로 전술한 A.E.法이 나타나게 되었고 그 方法이 바로 Zone을 기초로 하는 方法이다 (Fig.2).

이 方法에서는 우선 計劃對象林을 林地의 特性에 따라 몇개의 Zone으로 나누고 Zone별로 몇가

지식의 施業目標를 결정하게 된다. 施業目標(A.E.)로는 集約的 木材生産, 粗放的 木材生産, 休養的 利用, 牧草生産, 特別保存 등 여러가지를 생각할 수 있으며 일단 施業目標가 결정되면 각 目標別로 상세한 施業計劃을 수립하게 된다. 이때 수립된 施業計劃은 하나의 Package로 묶어서 計劃모델에 참여시키게 되는 데 실제로는 施業計劃에서 계산된 計劃期間의 現在純收益이 利益係數의 형식으로 L.P.모델에 참여하는 것이다.

그리고 L.P.계산에서 선택된 施業目標는 그에 속하는 Package내용에 따라 施業해 나가게 됨으로 施業計劃에 있어서는 현장을 답사한다든가 또는 도면을 작성하여 施業量뿐만 아니라 施業分期와 施業場所까지도 명시해야 한다.

L.P.계산에서는 다른 方法에서와 같이 여러가지 制約을 할수 있으나 이 方法에서 가장 핵심적인 制約條件은 Zone별로 한가지씩의 施業目標가 선택되도록 制約하는 조건이다.

이러한 制約方法은 예를 들면 한 Zone에 W_1, W_2, W_3 의 3가지 施業目標가 있을 때 그 각각의 施業目標를 0이나 1만 나타내는 整數라고 보고 $W_1 + W_2 + W_3 = 1$ 로 制約하여 하나의 整數만 1이 되게 하고 나머지 整數는 0이 되도록 하는 方法이다.

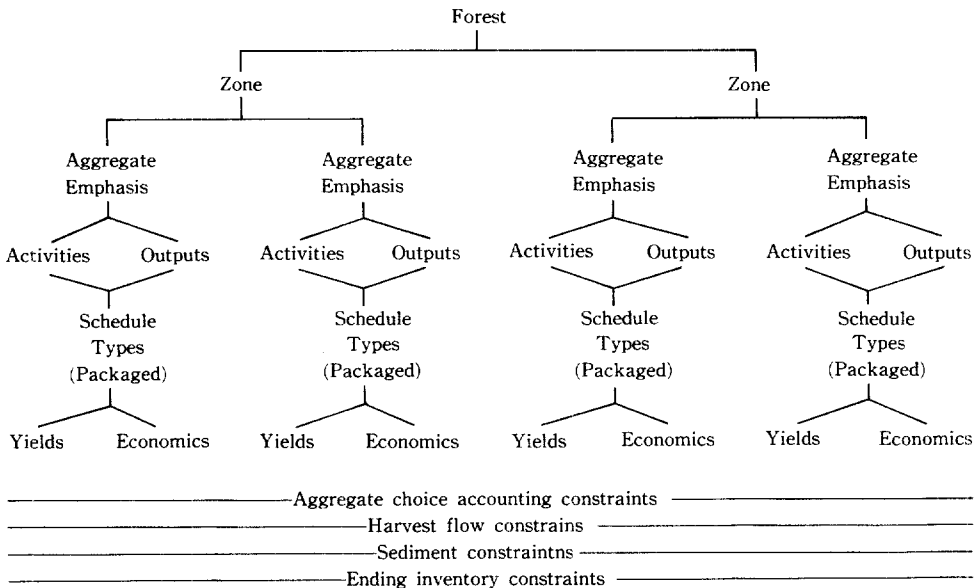


Fig. 2. FORPLAN framework for area based approaches.

이러한 方法으로 제약처리했을 때 1로 나타난 施業目標을 선택하게 되는 데 만약에 整數로 나타나지 않고 小數로 나타나는 경우에는 整數가 나타나도록 施業計劃을 조절해야 한다.

3. A.A.와 Zone을 기초로 하는 모델

앞에서 말한 Zone에 의한 分析에서는 整數로 制約處理해야 하는 難點이 있었다. 그러한 難點 이외에도 이 方法에서는 計劃된 伐採面積이 經營目的과 制限條件을 충분히 만족시키지 못한다는 또 하나의 難點이 있는 것이다.

전술한 바와 같이 A.A.를 기초로 하는 方法에서는 線形計劃에 의하여 A.A.別 伐採面積이 계산되고 그것들은 制約條件에 의하여 다시 조절되었다. 그러므로 결정된 伐採面積은 經營目的과 制約條件을 만족시키는 面積이었다. 그러나 Zone을 기초로 하는 分析에서 각 A.A.에 대한 分期別 伐採面積은 豫備計劃過程에서 결정되어 Package에 저장되는 관계로 그들은 經營目的에 맞도록 계산된 것도 아니고 制約條件에 의하여 조절된 것도 아니다. 그러므로 이 方法에서 最適의 分期別 伐採面積을 찾아내기 위해서는 分期別面積을 달리하는 여러가지 豫備의인 施業計劃을 수립하고 여러

번 반복 분석하여 그 계산결과에서 推定할 수 밖에 없다.

그러나 실제문제로서 그와같이 分析을 여러번 반복한다는 것은 不可能한 일이고 또 그것이 可能하다 하여도 分析結果에서 最適의 分期別 伐採面積을 찾아낸다는 것은 어려운 일이다.

이러한 문제들을 해결하기 위하여 새로 제안된 方法이 A.A.와 Zone을 기초로 하는 소위 混合法이다(Fig.3).

이 方法은 Zone에 대한 決定變數와 A.A.에 대한 決定變數들을 같은 문제에 참여시켜서 Zone에 대한 施業目標도 선정하고 각 A.A.의 分期別 伐採面積도 결정하는 그러한 방법이다.

이 方法에서 Zone의 각 施業目標에 대한 利益係數로는 주로 해당 目標을 달성시키는 데 소요되는 開發費用(development costs)의 現在價가 사용되며 이러한 비용은 Zone별로 推定되는 비용들이다.

예를 들면 지금 어느 Zone의 施業目標의 하나가 木材生産이고 그 목표가 달성되려면 林道開設, 林道補修 등의 開發費로 計劃期間 동안에 2000만원의 現在價가 소요된다면 -2000만원이 해당 施業

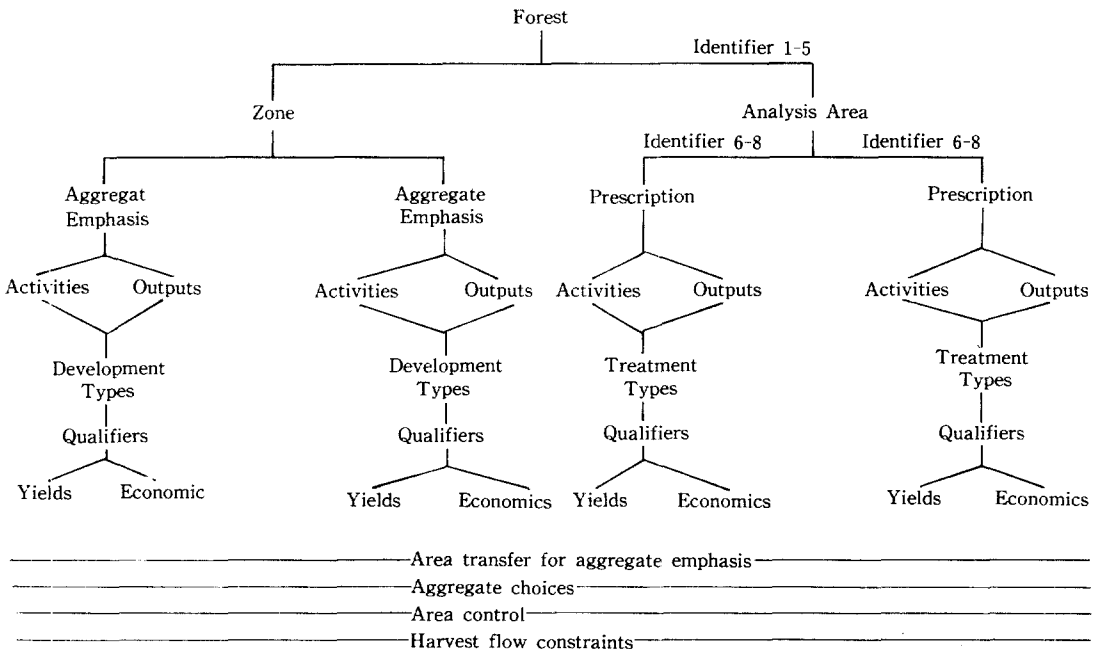


Fig. 3. FORPLAN framework for mixed strata based, area based approaches.

目標에 대한 利益係數가 되는 것이다.

混合法에서 制約條件으로 特異한 것은 Zone 내부의 面積制約이나 A.A.사이의 面積制約뿐만 아니라 Zone에서 A.A.로 面積을 移轉하는 制約條件도 있다는 점이다. 이 制約條件은 같은 문제에 대하여 Zone의 決定變數와 A.A.의 決定變數가 밀접하게 關聯되어 있음을 말해준다.

結 論

森林의 多目的 利用計劃에 가장 적합한 分析모델이라고 알려져 있는 FORPLAN의 構造를 概觀하기 위하여 그 構造를 도시적으로 표현해 보았다 (Fig. 1, 2, 3).

圖示하는 데 있어서는 주요한 FORPLAN要素들에 대한 定義가 필요했고 version 2에 대한 構造圖뿐만 아니라 FORPLAN의 발전과정에서 나타난 모델들의 構造圖까지도 제시할 필요가 있었다.

提示된 모델들의 構造圖를 비교해 볼 때 세 모델의 차이점을 쉽게 식별할 수 있다.

Zone을 기초로 하는 모델(area based)에서는 Zone의 特性值로 여전히 ha당 現在純收益을 채용하고 있으나 A.A.에 의한 모델(strata based)에서 나타난 場所의 短點을 제거하기 위하여 施業場所를 미리 결정하고 그것을 Package로 묶어놓고 있는 관계로 오히려 選擇의 多樣性을 상실하게 되었다.

A.A.와 Zone을 기초로 하는 모델(mixed

strata based, area based)에서는 A.A.에 의한 모델의 장점과 Zone에 의한 모델의 장점을 보존하고 단점을 제거하기 위하여 Zone의 特性值로 開發費用을 부각시키고 있으며 選擇의 多樣性을 높이는 방법으로 面積移轉制約으로 A.A.와 Zone을 연결시키고 있다. 그러나 이 모델에서도 場所의 不確定性은 완전히 제거되지 않고 있다.

引 用 文 獻

1. Davis, L.S. and K.N. Johnson. 1986. Forest management. 3rd ed., McGraw-Hill Book Co., New York. 790p.
2. Iverson, D.C. and R.M. Alston. 1986. The genesis of FORPLAN: a historical and analytical review of forest service planning models. USDA For. Ser. Res. Pap. INT-214, 31p.
3. Johnson, K.N. and P.L. Tedder. 1983. Linear programming vs. binary search in periodic harvest level calculation. For. Sci., 29(3): 569-581.
4. Johnson, K.N., T.W. Stuart and S.A. Crim. 1986. FORPLAN version 2: an overview. USDA For. Ser. Land Management Planning Systems Section, Fort Collins, Colorado.
5. Johnson, K.N. and H.L. Scheurman. 1977. Techniques for prescribing optimal timber harvest and investment under different objectives-discussion and synthesis, For. Sci. Monogr. 18, 31p.