

\*\*\*\*

# 에너지와 空間構造에 關한 研究

## - 農村 · 都市地域 生活圈의 境遇 -

A Study of Energy and Spatial Structure  
- The Case of Rural-urban Regional Settlement -

金 貴 坤\*,      金 命 振\*\*,      成 炫 贊\*\*\*,      李 鎬 振\*\*\*  
Kwi-Gon Kim,      Myung-Jin Kim,      Hyun-Chan Sung, Ho-Jin Lee

### ABSTRACT

This is a close relationship between energy consumption and the way in which we develop and manage our regions. This study has estimated and compared energy requirements for the journey to work, resulting from alternative population and employment growth patterns in a rural-urban regional settlement of Korea. The broad scope of work was as follows:

- i) Select the study area
- ii) Formulate alternative growth patterns
- iii) Develop the Hansen and double-constrained gravity model
- iv) Application of Vogel's approximation method and the developed Hansen and gravity model to the case study area.
- v) Analyze the relationship between spatial structure, transport energy-requirements and environmental pollution .

At issue here is the trade-off between air pollution averages and variations. Policies concentrating manufacturing industry and other regional facilities, for instance, may indeed reduce average pollution levels at the benefit of less-car miles, thus, reducing auto pollution, in the region, but increase local pollution peaks.

### 1. 序 論

本 研究는 人口 및 雇傭에 대한 成長패턴의 代案別로 에너지所要量 및 이에 따른 大氣汚染量을 計量的으로 把握하여 에너지効率的 혹은 에너지

集約的인 成長패턴을 判別하는데 目的이 있다.

S.E.Owens는 Norfolk 農村地域을 事例로 人口 및 雇傭과 關聯된 地域構造와 에너지効率性에 關해 研究한 바 있으며<sup>1)</sup>, P.Odell은 計劃過程에 있어서 에너지効率化에 關해서 研究한 바

\* 서울大學校 造景學科 (Dept. of Landscape Architecture, Seoul National University)

\*\* 國立環境研究院 (National Institute of Environmental Research)

\*\*\* 서울大學校 造景學科 公園綠地研究室 (Park and Open Space Lab., Dept. of Landscape Architecture, Seoul National University)

\*\*\*\* 이 研究는 韓國科學財團의 支援에 의하여 遂行되었으며 本 研究報告書를 要約한 것임.

있다.<sup>2)</sup> 이 밖에도 많은 先行 研究들이 에너지 效率性和 關聯된 空間構造의 重要性에 대해 言及하고 있으며,<sup>3)-9)</sup> 우리나라에서도 유사한 研究가 있었다.<sup>10)-12)</sup> 이에 本 研究에서는 土地利用과 人口 및 雇傭에 대한 成長패턴의 代案別 에너지 所要量을 Vogel 法과 Hansen 및 Gravity Model의 回歸式을 利用하여 把握하므로써 環境保全的인 側面에서의 地域成長方案을 模索하였다.

## 2. 研究方法

### 2.1 事例研究地域의 選定

本 研究의 遂行을 위해 서울의 影響圈 밖에 位置하고 있으며, 定住生活圈計劃이 樹立되어 있는 瑞山地域을 農村·都市地域生活圈<sup>13), 14)</sup>으로 選定하여 事例研究를 實施하였는 바, 選定理由는 다음과 같다.

(1) 農村·都市地域生活圈은 大都市地域에서 볼 수 있는 方대한 고정기반시설을 가지고 있지 않으므로 에너지 效率的인 定住圈패턴으로서의 計劃이나 變更이 容易하다.

(2) 計劃家들은 農村地域에서의 成長과 開發의 位置에 관한 資料가 不足하여 意思決定에 어려움을 겪고 있으며, 특히 農村都市地域生活圈에서의 雇傭機會나 서비스施設로서 接近性이 그 地域의 成長과 開發에 미칠 地域影響에 관한 研究가 不足한 實情이다.

(3) 따라서, 農村地域圈 開發形態의 代案別 에너지 示唆性에 대한 調査는 政策過程에 有用한 資料를 제공해 줄 뿐만 아니라 土地利用과 에너지 使用量 및 環境汚染에의 影響間의 相互關聯性에 관한 知識을 向上시켜 줄 것이다.

### 2.2 研究의 內容

農村地域의 空間構造는 에너지시스템과 相互作用한다는 前提下에 다음과 같은 內容에 대하여 研究를 實施하였다.

(1) 에너지所要量의 가장 重要한 空間的 決定因子들 (spatial determinants) 中의 하나로서 物理的인 活動의 分離 (physical separation of activities)를 最少化할 수 있는 成長패턴의 糾明

(2) 여러가지 시나리오에 따른 에너지所要量의

推定

(3) 地域開發에 따른 環境影響의 評價

(4) 現在의 計劃政策의 觀點에서 에너지集約的인 土地利用패턴의 評價

(5) 方法論的인 面에서 에너지를 總合하는 計劃過程 (energy-integrated planning process)의 提示

### 2.3 研究過程

本 研究는 그림 1과 같은 段階의 遂行過程을 밟아 進行되었다.

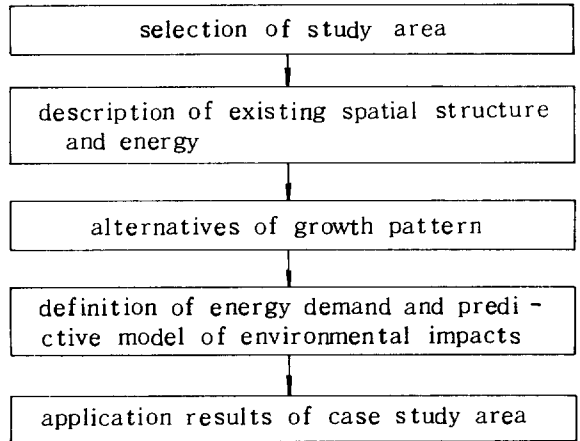


Fig.1 Research process

### 2.4 研究地域의 既存空間構造와 에너지所要 現況

3개의 邑과 15개의 面으로 이루어진 瑞山郡의 1984年末 現在의 總人口는 242,494名이며 總家口數는 48,690이다.<sup>5)</sup> (表 1 參照) 그림 2는 土地利用現況 및 交通量을 나타낸 것으로 林野 및 田畓이 全體面積의 91.2%를 차지하고 있으며, 交通량이 가장 많은 區間은 瑞山-泰安間이다. 表 2는 瑞山郡內의 工場現況 및 雇傭人口의 移動現況을 나타낸 것으로 瑞山邑內에서의 雇傭人口 需要 및 供給이 가장 많음을 알 수 있다. 또한 表 2는 瑞山郡內에서의 雇傭人口의 移動現況을 各 Route 別로 分析한 것으로, 이 때의 이동거리는 同一地域內의 경우 0.5 km, 他地域間의 경우는 地域間의 도로거리로 보았으며, Trip數는 두 地域間을 通過하는 雇傭者數를 뜻한다. 여기서 製造業雇傭者들에 의해 發生

Table 1. Population of Seosan-Kun(1984.12.31)

Class	Householdes	Population (persons)	Class	Householdes	Population (persons)
Total	48,690	242,494	Seongyeon	1,193	6,103
Seosan (-eup)	8,997	45,058	Euman	2,026	10,066
Taeon (-eup)	5,683	28,559	Woonsan	2,186	11,046
Anmyeon(-eup)	4,731	23,759	Haemi	2,843	13,225
Inji	1,441	7,600	Kobuk	2,403	12,357
Buseok	2,570	12,792	Nammyeon	1,707	8,796
Palbong	1,499	7,403	Keunheung	2,174	10,519
Jikok	1,527	7,549	Sowon	2,330	10,784
Daesan	2,554	11,980	Wonbuk	1,828	9,266
			Yibuk	996	4,632

Table 2. Trip distribution(1986)

Case	Supply (Origin)	Demand (Destination)	Route		Trip	Distance (km)
			Origin	Destination		
1	292	206	Seosan	Seosan	201	0.5
2	292	288	Seosan	Eumam	91	7
3	38	26	Taeon	Taeon	26	0.5
4	38	288	Taeon	Eumam	12	25
5	2	288	Anmyeon	Eumam	2	59
6	9	206	Inji	Seosan	2	5
7	9	288	Inji	Eumam	7	12
8	4	206	Buseok	Seosan	1	13
9	4	288	Buseok	Eumam	3	20
10	3	288	Palbong	Eumam	3	21
11	5	288	Jikok	Eumam	5	21
12	4	288	Daesan	Eumam	4	19
13	15	288	Seongyeon	Eumam	15	16
14	120	206	Eumam	Seosan	1	7
15	120	288	Eumam	Eumam	119	0.5
16	7	288	Woonsan	Eumam	7	7
17	62	206	Haemi	Seosan	1	12
18	62	288	Haemi	Eumam	5	19
19	62	50	Haemi	Haemi	50	0.5
20	62	83	Haemi	Kobuk	6	5
21	78	288	Kobuk	Eumam	1	24
22	78	83	Kobuk	Kobuk	77	0.5
23	11	288	Nammyeon	Eumam	3	37
24	11	8	Nammyeon	Nammyeon	8	0.5
25	5	288	Keunheung	Eumam	5	35
26	5	288	Sowon	Eumam	5	35
27	1	288	Yibuk	Eumam	1	45
					*661	**2,669.5

\* total trip

\*\* total trip × distance

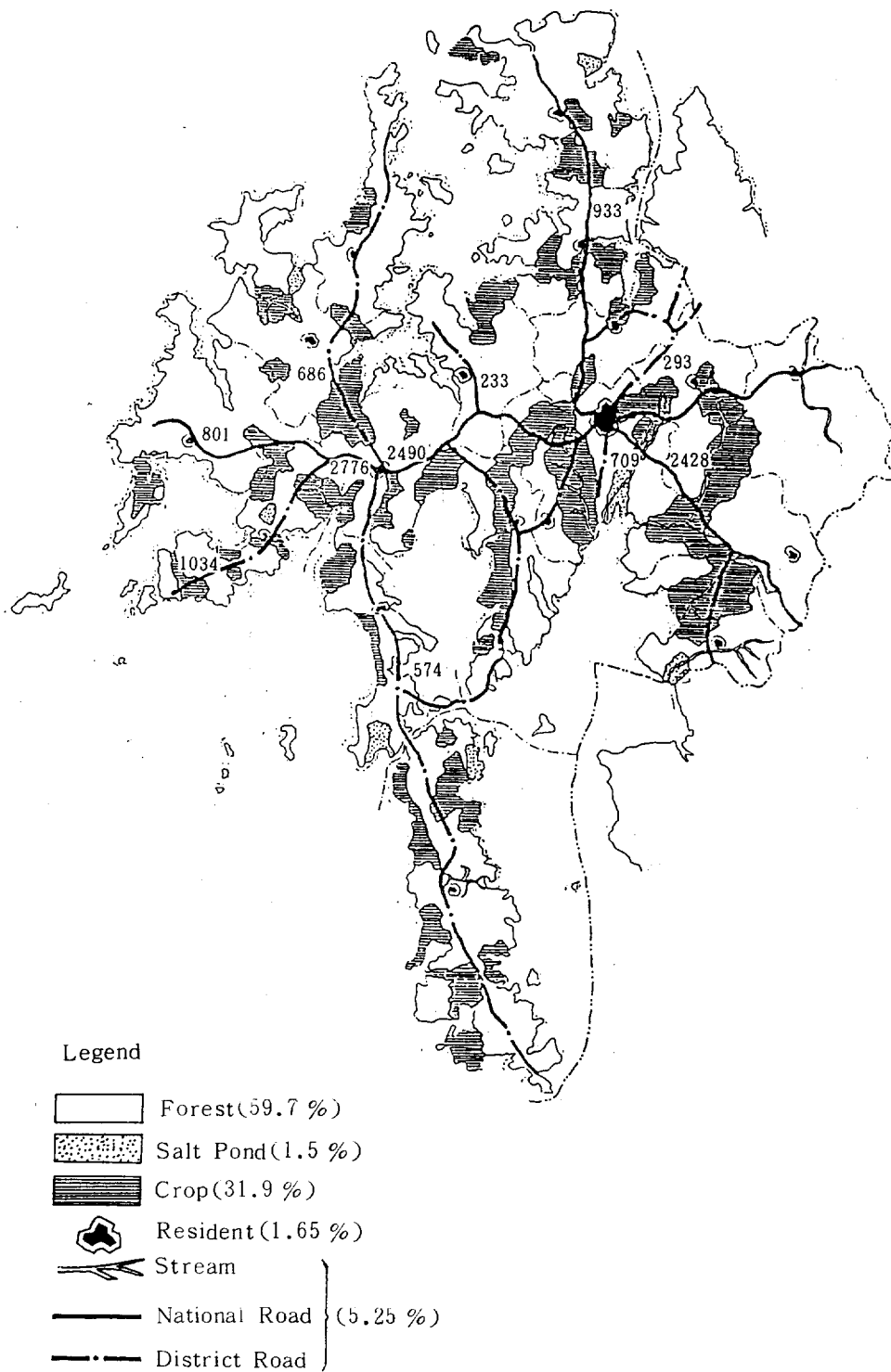


Fig.2 Land use and traffic volumes (1985, unit: car/day)

하는 總 Trip 數는 661 이며, 이때의 總移動距離는 2,669 km 임을 알 수 있다.

## 2.5 人口成長 및 雇傭패턴의 戰略設定

### 2.5.1 人口展望

表 3은 年平均 人口增加率을 計算하여 1986, 1991 年의 人口를 展望한 것으로, 1991 年 瑞山郡의 總人口는 269,774 名으로 展望되고 있다.<sup>14)</sup>

Table 3. Population trends

unit : persons

District	Annual Population Increasing Rate(%)			Population Prediction		
	1980	1973 ~ 1980	1980 ~ 1986	1986 ~ 1991	1986	1991
Seosan (eup)	42,637	2.25	2.25	2.25	48,800	54,611
Taeon (eup)	25,678	2.11	2.11	2.11	29,144	32,387
Anmyeon (eup)	24,898	-1.76	-0.7	1.0	23,874	25,099
Inji	8,111	-2.93	-0.7	1.0	7,778	8,177
Buseok	13,866	-1.80	-0.7	1.0	13,296	13,978
Palbong	8,156	-2.41	-0.7	1.0	7,821	8,222
Jikok	8,053	-2.82	-0.7	1.0	7,722	8,118
Daesan	12,677	-2.55	-0.7	1.0	12,156	12,780
Seongyeon	6,476	-2.83	-0.7	1.0	6,210	6,529
Eumam	11,042	-2.78	-0.7	1.0	10,588	11,131
Woosan	12,300	-3.27	-0.7	1.0	12,538	13,181
Haemi	14,422	-2.20	-0.7	1.0	13,829	14,530
Kobut	12,869	-2.62	-0.7	1.0	11,969	12,583
Nammyeon	9,153	-1.90	-0.7	1.0	8,777	9,227
Keunheung	11,725	-2.48	-0.7	1.0	11,243	11,820
Sowon	12,613	-1.09	-0.7	1.0	12,095	12,716
Wonbuk	9,830	-3.77	-0.7	1.0	9,426	9,910
Yibuk	4,736	-4.45	-0.7	1.0	4,542	4,775
Total	249,242	-0.91*	0.17*	1.38*	251,808	269,774

Source : Seosan-kun.

\* Average

### 2.5.2 雇傭者 需要 및 供給

1986 年 現在 瑞山郡內의 製造業 就業者數는 661 名이며, 人口增加率 및 既存開發計劃을 토대로 1991 年에는 現在보다 1,151 名이 增加하는 것으로 보아 1,812 名의 全體雇傭者에 대한 通行配分을 實施하

였다. 增加分 中에서 600 名은 大山地域에 建設計劃이 確定된 極東石油의 雇傭者數로서 이 中 400 名은 大山面內에서 200 名은 瑞山郡內에서 居住할 것으로 가정한다. 그리하여 總 1,812 名의 雇傭者 中에 工場의 位置가 確定되지 않은 1,212 名의 需要量과 從業員의 居住地域이 確定되지 않은 1,412 名의 供給量을 다음과 같은 方法으로 配分하였다.

### 2.5.3 戰略設定

供給增加分 1,151 名 中에서 400 名은 大山面에서 居住할 것이라고 보았으므로 751 名에 대한 戰略을 設定하였다. 瑞山邑에만 增加分을 配分하는 「集中」; 瑞山邑, 泰安邑 및 安眼邑에 增加分을 配分하는 「部分集中」; 瑞山邑, 泰安邑, 安眼邑, 大山, 音岩, 雲山, 海美地域에 80 %, 나머지 地域에 20 % 를 配分하는 「部分分散」; 增加分을 全體地域에 配分하는 「分散」등 4 개의 供給戰略을 設定했다. 需要의 경우에는 1,151 名의 增加分 中에서 600 名은 極東石油에 確定되었으므로 551 名에 대해 供給과 같은 方式으로 4 개의 配分戰略을 세웠다.

따라서 供給 및 需要에 대한 4 개씩의 戰略을 조합하여 總 16 개의 代案을 導出하였다. (그림 3 參照). 設定된 代案 가운데는 實現可能性이 적은 것도 포함되어 있지만, 本 研究에서 利用한 方法論들의 相互比較를 위해 모두 고려하였다.

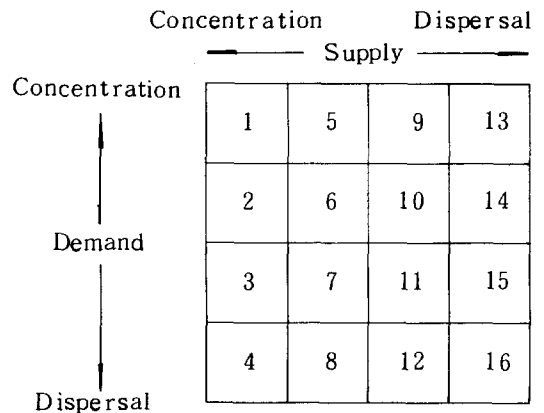


Fig 3. Alternative strategies

그림 4 는 戰略代案의 한 例로서 成長人口와 雇傭增加를 瑞山邑에만 配分시키는 代案 (population concentration - employment concentration)을 表示한 것이다.

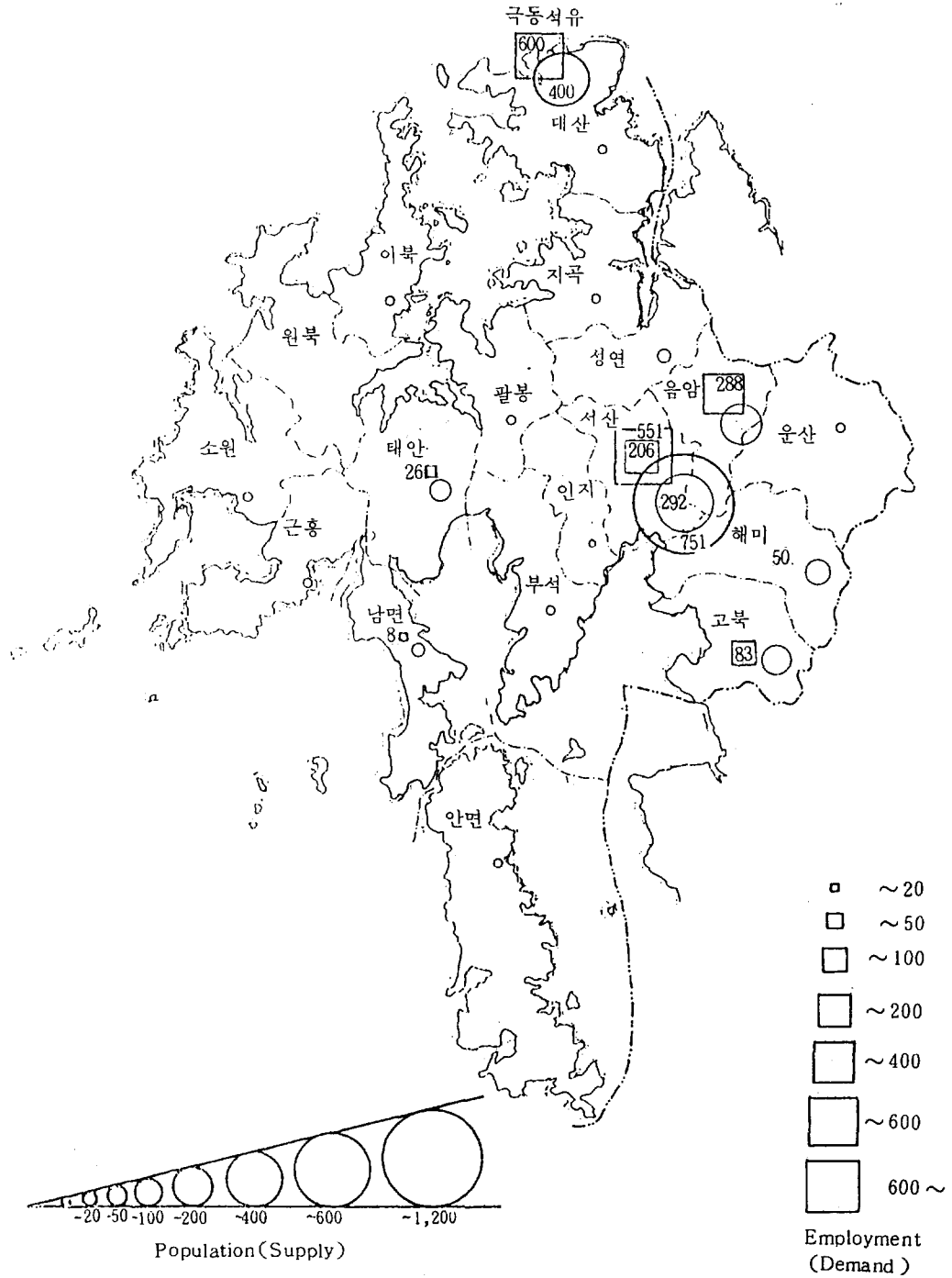


Fig.4 Alternative strategy #1 (Population Concentration + Employment Concentration)

2.6 에너지所要量 및 環境影響의 推定

2.6.1 通行配分模型 (Trip distribution model)

지금까지 우리나라에 적용된 通行配分模型을 살펴보면, 金<sup>10)</sup>은 都市形態의 變化에 따른 交通에너지 消費에의 影響을 究明하기 위해 都市形態를 集中型, 分散型 및 多核型으로 分類하고 各類型別로 6個씩 總 18個의 假想都市를 만들어 各都市가 消費하는 交通에너지量을 相互比較·分析하였는데, 各都市別 交通에너지 所要量은 土地利用과 交通需要를 同時에 推定할 수 있는 「MOD<sub>3</sub>」라는 模型을 利用하였다. 유<sup>11)</sup>는 開發形態와 에너지消費量의 關係를 把握하기 위해 道路網패턴을 격자형, 방사형으로, 土地利用패턴을 單一用途地域, 混用地域으로 設定하였으며 各 開發代案에 따른 通行量配分을 重力模型 (gravity model)을 利用하여 分析하였다. 또한, 尹<sup>12)</sup>은 都市 및 交通特性과 交通에너지 消費量과의 相互關係를 導出하기 위해 效率性 測定指標 (measures of effectiveness)를 選定하여 各 都市의 特性分析에 利用하고, 에너지消費量과 各 都市의 特性을 分析하기 위해 Hansen型 接近性指標 (physical accessibility index) 및 通路形態 影響要因 (route factor)을 적용하였다.

이러한 適用事例를 바탕으로 本 研究에서는 地域的인 次元에서 空間構造가 에너지消費量 및 環境 影響에 미치는 示唆性을 把握하기 위해 다음과 같은 3가지 模型을 利用하여 그 結果를 比較 分析함으로써 各 方法論의 特徵 및 政策的 示唆性을 糾明해 보고자 한다.

(1) Vogel's Approximation Method

이 方法의 特徵은 機會費用을 顧慮하여 最初實行

可能基底解를 구하는 方法<sup>16)</sup>으로서 本 研究에서는 다음 공식의 TC를 最少化하는 通行配分을 決定하는데 利用하였다.

$$TC = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij}x_{ij}$$

여기서, TC ; 總費用

$C_{ij}$  ; 供給地域 i에서 需要地域 j로의 單位輸送費 (distance)

$x_{ij}$  ; 供給地域 i에서 需要地域 j로의 輸送量

$S_i$  ; 供給地域 i의 供給能力

$D_j$  ; 需要地域 j의 需要量

이며, 이때의 制約條件은 다음과 같다.

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = S_i \quad (i = 1, 2, \dots, m)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = D_j \quad (j = 1, 2, \dots, n)$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad (i = 1, 2, \dots, m, \quad j = 1, 2, \dots, n)$$

(2) Hansen 型

本 研究에서는 土地利用에 對한 交通體系의 相對의 遂行能力을 測定하는 Hansen型 接近性指標<sup>12)</sup>를 誘導하여 다음과 같은 公式을 導出하였다.

$$T_{ij} = e^c \cdot O_i \cdot D_j \cdot e^{-\lambda \cdot dij}$$

여기서,

$T_{ij}$  ; 地域 i와 j間的 通行量

$O_i$  ; 地域 i의 通行發生量

$D_j$  ; 地域 j의 通行誘入量

$d_{ij}$  ; 地域 i와 j間的 通行距離

$\lambda$  ; 各 都市의 特徵을 나타내는 係數

C ; 常數

한편, 研究地域의 現況調查資料를 利用하여 產出한 C값 및  $\lambda$ 값은 다음과 같다.

Table 5. Regression result (Hansen's Model)

MULTIPLE R	0.14891	ANALYSIS OF VARIANCE		MEAN	
R SQUARE	0.02217	OF SUM OF SQUARES		SQUARE	
ADJUSTED R SQUARE	-0.01694	REGRESSION	1	1.74015	
STANDARD ERROR	1.75200	RESIDUAL	25	76.73724	
		F=0.56692	SIGNIF F=0.4585	3.06949	
----- VARIABLES IN THE EQUATION -----					
VARIABLE	B	SE B	BETA	T	SIG T
A	0.01697	0.02254	0.14891	0.753	0.4585
(CONSTANT)	-5.92135	0.50294		-11.775	0.0000

$$C = -5.92185$$

$$\lambda = 0.01697$$

表 5는 위의 係數 및 常數를 導出한 回歸分析結果로서 F 값이 낮아 (F = 0.56692) 유의성이 낮은 것으로 나타났다.

(3) Gravity model의 變形

一般的으로 利用되고 있는 重力模型<sup>11)</sup>을 適用하였으며, 公式은 다음과 같다.

$$T_{ij} = A_i B_j O_i D_j \cdot \frac{1}{d_{ij}^2}$$

여기서,

$T_{ij}$ ; 地域 i에서 j로의 通行發生量

$O_i$ ; 地域 i의 勞動力供給量

$D_j$ ; 地域 j의 勞動力需要量

$d_{ij}$ ; 地域 i와 j間的 距離

$A_i, B_j$ ; 地域 i와 j에 對應되는 常數

$$(A_i = [\sum_j B_j D_j f(d_{ij})]^{-1},$$

$$B_j = [\sum_i O_i A_i f(d_{ij})]^{-1})$$

또한, 研究地域의 現況調查資料를 利用하여 產出한 公式은 다음과 같다.

$$T_{ij} = 0.00080508 \times O_i \times D_j / (d_{ij})^2 + 11.83154$$

表 6의 回歸分析結果에서 F 값이 높아 (F = 111.40688) 유의성이 높은 것으로 나타났다.

Table 6. Regression result (gravity model)

MULTIPLE R		0.30373	ANALYSIS OF VARIANCE		MEAN
R SQUARE		0.81672	OF SUM OF SQUARES		SQUARE
ADJUSTED R SQUARE		0.80939	REGRESSION	1	46135.75475
STANDARD ERROR		20.34992	RESIDUAL	25	10352.98599
			F = 111.40688	SIGNIF	F = 0.0000
----- VARIABLES IN THE EQUATION -----					
VARIABLE	B	SE B	BETA	T	SIG T
A	0.80508E-03	0.7628E-04	0.90373	10.555	0.0000
(CONSTANT)	11.83154	4.09562		2.889	0.0079

2.6.2 에너지所要量 및 汚染排出量의 產出 양의 3가지 方式을 通하여 通行距離 (trip distance)를 計算하였으며, 여기에 表 7에 나타난 原單位<sup>17)</sup>를 곱하여 차종별에너지所要量을 產出하였다. 여기서 總에너지所要量의 產出을 위해 택시와 버스의 利用比率을 1:9와 2:8의 두가지 경우를 顧慮하였다.

Table 7. Energy consumption

Taxi	LPG	9.91 km / ℓ
	Gasoline	10.53 km / ℓ
Bus		3.33 km / ℓ

또한, 앞서 계산된 通行距離에 表 8과 같은 原單位<sup>17)</sup>를 곱하여 汚染排出量을 產出하였다.

Table 8. Pollutants emission

Pollutants	Fuel		
	Gasoline	Diesel	L.P.G
CO	11.59 g/km	5.49 g/km	13.18 g/km
NOx	1.06 g/km	17.7 g/km	1.92 g/km

3. 結果 - 空間構造와 交通에너지消費 및 環境汚染과의 關係分析

앞章에서 서술한 通行配分模型, 에너지所要量 產出方式 그리고 汚染排出量 產出方式을 研究地域에 適用한 結果는 다음과 같다.

未來의 交通手段 (modal split)에 關해서는 두가지 假定을 세웠다. 첫번째 假定은 택시와 버스의 利用比率을 1:9로 보았고 두번째 假定은 2:8로 보았다.



### 3.1 瑞山定住生活圈 開發計劃上的 戰略에 의거한 分析

瑞山定住生活圈 開發計劃(1982~1991)에서 推定한 1991 年の 中心地 人口比率로 配分한 通行量을 하나의 代案으로 顧慮하여 3가지 通行配分模型을 利用, 距離(혹은 費用)를 產出한 후, 택시와 버스의 比率를 1:9 및 2:8 로 各各 假定하여 交通에너지 消費量과 汚染排出量을 推定하였다. (表 9,10 參照).

Table 9. Energy consumption and pollutants emission by existing plan (1991, Taxi:Bus = 1:9)

Model	Total Cost (km)	Energy Consumption(ℓ)	Pollutants Emission	
			CO(g)	NOx(g)
Vogel	22,825	252.17	13,008.17	11,718.6
Hansen	28,855	318.73	1,644.71	14,832.22
Gravity	33,109	365.61	18,867	16,991.86

Table 10. Energy consumption and pollutants emission by existing plan (1991, Taxi:Bus = 2:8)

Model	Total Energy Cost (km)	Consumption(ℓ)	Pollutants Emission	
			CO(g)	NOx(g)
Vogel	22,825	305.71	22,386.37	11,734.83
Hansen	28,855	389.88	28,362.99	15,036.42
Gravity	33,109	447.37	32,544.62	17,253.31

### 3.2 現在의 人口 및 雇傭과 앞으로 增加할 人口 및 雇傭을 함께 顧慮한 戰略代案에 의거한 分析

人口 및 施設의 既存패턴(existing patterns)이 成長패턴代案(alternative growth patterns)의 相對的 效率性에 큰 影響을 끼치므로 人口 및 雇傭의 現在狀態와 成長에 대한 代案別로 通行配分과 에너지所要量, 그리고 汚染排出量을 比較해 보기로 한다. 表 11 은 3가지 通行配分模型을 利用하여 얻어진 代案別 總通行距離(혹은 費用)이

Table 11. Total cost(or distance) by alternative strategies(1991)

unit : km

Supply Demand	Model	Concentration	Partial Concentration	Partial Dispersal	Dispersal
	Hansen	16616	64921	20074	20953
	Gravity	24763	27006	27379	32000
Partial Concentration	Vogel	21219	22678	23618	22445
	Hansen	26494	28256	29417	29629
	Gravity	26848	32779	33219	33597
Partial Dispersal	Vogel	16512	17991	17058	15133
	Hansen	26978	28396	29326	29807
	Gravity	32046	33371	33707	34100
Dispersal	Vogel	17496	19000	17760	15841
	Hansen	28299	29789	30856	31163
	Gravity	32550	33790	34042	34436

며, 表 12, 13은 各各 택시와 버스의 比率를 1:9와 2:8로 가정하여 16개의 空間構造戰略에 대해서 에너지所要量과 汚染物質質量을 推定한 것이다. 또한, 그림 5와 6은 16개의 空間構造戰略을 Vogel

方法에 의해 通行配分한 것 중에서 에너지所要량이 가장 적은 人口集中-雇傭集中 代案과 에너지所要량이 가장 많은 人口部分分散-雇傭部分集中 代案을 例示한 것이다.

Table 12. Energy consumption and pollutants emission by alternative strategies  
(1991, Taxi : Bus = 1 : 9)

Energy Consumption and Pollutants Supply		Energy Consumption( $\ell$ /trip)				Pollutants(g/trip)							
						CO				NO			
		Demand	Model	Concentration	Partial Concentration	Partial Dis-persal	Dis-persal	Concentration	Partial Concentration	Partial Dis-persal	Dis-persal	Concentration	Partial Concentration
Concentration	Vogel	88.34	154.45	115.62	126.42	4532.9	7943.8	5940	6497.4	4083.6	7156.4	5351.2	5953.3
	Hansen	184.04	717.61	222.23	234.94	9470	36999.2	11440.7	11941.7	8531.3	33331.5	10306.6	10757.9
	Gravity	274.03	288.8	302.92	354.06	14113	15391.3	15603.9	18242	12714	13865.6	14057.1	16433.7
Partial Concentration	Vogel	234.88	251	261.38	248.42	12093.3	12924.8	13460.5	12792	10894.5	11643.6	12126.2	11523.9
	Hansen	293.15	312.61	325.44	327.78	15099.5	16103.7	16765.3	16886.2	13602.7	14507.3	15103.4	15212.3
	Gravity	297.06	362.57	367.43	371.61	15301.3	18681.4	18932.1	19147.5	13784.5	16829.5	17055.4	17249.5
Partial Dis-persal	Vogel	182.89	199.22	188.92	167.65	9410.7	10253.6	9721.9	8624.8	8477.9	9237.2	8758.2	7769.9
	Hansen	298.49	314.16	324.43	329.74	15375.3	16183.5	16713.5	16987.6	13851.2	14579.2	15056.7	15303.6
	Gravity	354.48	369.11	372.82	377.16	18263.6	19018.7	19210.2	19434.2	16453.2	17133.4	17305.9	17507.7
Dis-persal	Vogel	193.76	210.37	196.67	175.47	9971.5	10828.6	10122	9028.3	8983.1	9755.2	9118.6	8133.4
	Hansen	313.09	329.54	341.33	344.72	16128.2	16977.3	17585.4	17760.4	14529.4	15294.4	15842.2	15999.8
	Gravity	360.04	373.74	376.52	380.88	18550.9	19257.5	19401.1	19625.7	16911.9	17348.6	17477.9	17680.2

Table 13. Energy consumption and pollutants emission by alternative strategies  
(1991, Taxi : Bus = 2 : 8)

Energy Consumption and Pollutants Supply		Energy Consumption( $\ell$ /trip)				Pollutants(g/trip)							
						CO				NO			
		Demand	Model	Concentration	Partial Concentration	Partial Dis-persal	Dis-persal	Concentration	Partial Concentration	Partial Dis-persal	Dis-persal	Concentration	Partial Concentration
Concentration	Vogel	107.96	183.83	141.32	154.53	7817.9	13700.8	10244.3	11206.1	4144.8	7263.6	5431.4	5941
	Hansen	225.01	877.71	271.73	283.61	16333.2	63814.7	19732.2	20596.3	8659.1	33831.1	10461.1	10919.2
	Gravity	335.09	365.4	370.44	432.99	24341.3	26546.1	26912.7	31462.8	12904.6	14073.4	14267.3	16680
Partial Concentration	Vogel	287.21	306.92	319.62	303.77	30857.7	22291.8	23215.8	22062.8	11057.3	11818.1	12307.9	11696.6
	Hansen	358.48	382.29	397.98	400.84	26042.8	27774.8	28916	29124.3	13806.6	14724.3	15329.8	15440.3
	Gravity	363.27	443.4	449.35	454.46	26390.8	32220.6	32653.1	33024.7	13991.1	17081.7	17311	17508
Partial Dis-persal	Vogel	223.61	243.59	230.98	204.97	16231	17684.7	16767.7	14375.5	8604.9	9375.6	8889.5	7886.3
	Hansen	365.02	384.18	396.75	403.25	26518.5	27912.4	28826.5	29299.3	14058.8	14797.7	15282.4	15533
	Gravity	433.5	451.4	455.94	461.25	31500.1	32802.6	33132.8	33519.1	16699.8	17390.2	17565.3	17770.1
Dis-persal	Vogel	236.9	257.22	240.47	214.54	17198.2	18676.5	17457.7	15571.4	9117.7	9901.4	9255.3	8255.3
	Hansen	382.87	403.0	417.42	421.57	27817	29281.6	30330.4	30632.2	14747.2	15523.6	16079.7	16239.6
	Gravity	440.31	457.07	460.47	465.79	31995.5	33214.4	33462.1	33849.4	16962.4	17608.6	17739.9	17945.2

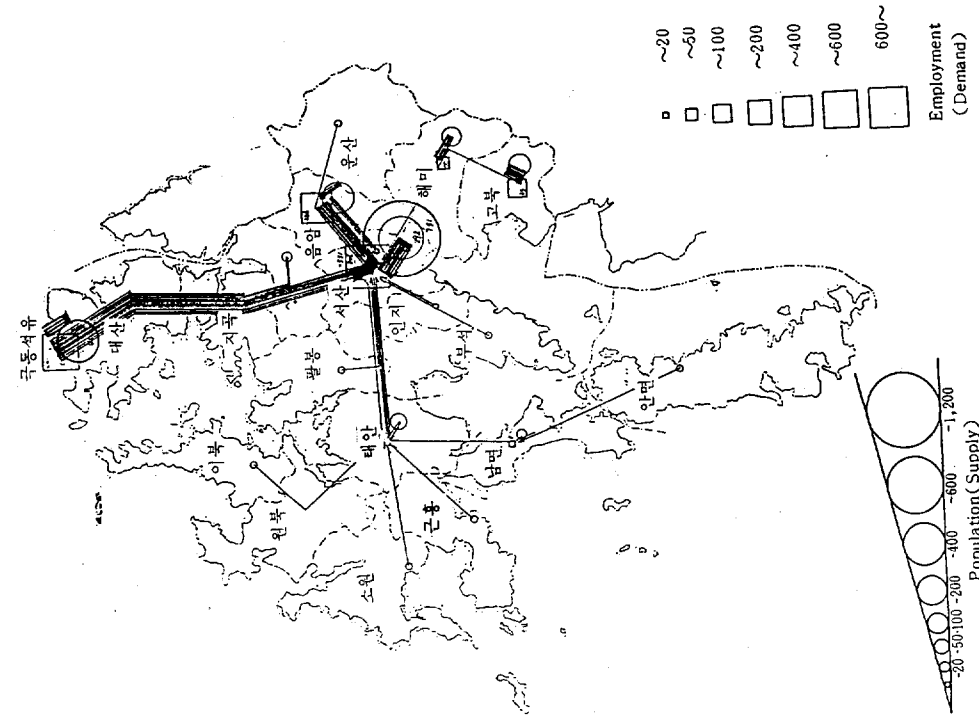


Fig. 5 Trip distribution alt. 1 by vogel's approximation method (population concentration-concentration)

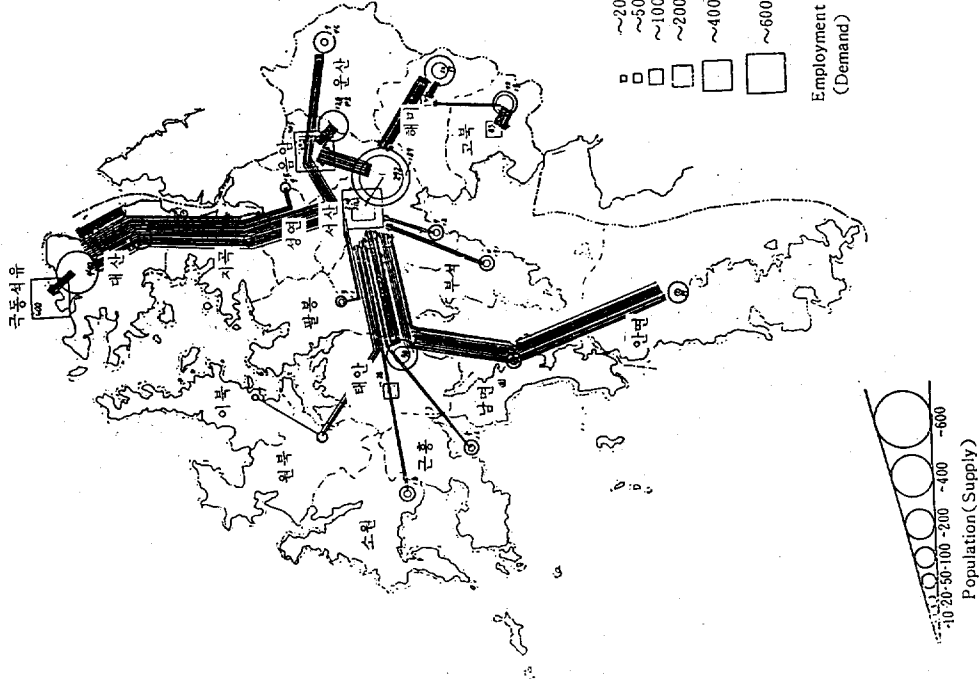


Fig. 6 Trip Distribution alt. 10 by vogel's approximation method (population partial dispersal-employment partial concentration)

#### 4. 考 察

本 研究結果에 따르면 空間構造에 따라서 通行量에 따른 에너지所要量이 다르게 나타나고 있음을 알 수 있다. Vogel의 方法에 의한 에너지所要量을 空間構造代案에 따라 比較해 보면, 택시對 버스의 比率이 1:9일 경우, 既存計劃은 252.17 ℓ, 代案 1은 88.34 ℓ, 代案 10의 경우 261.38 ℓ로서, 最大值는 最少值의 3배가 넘는 것으로 나타났다. 즉, 人口 및 顧傭의 配分을 어떻게 하느냐에 따라서 에너지所要量이 달라지며, 이에 따라 大氣汚染과도 密接한 關聯이 있음을 알 수 있다.

따라서, 既存計劃에 의한 地域開發은 本 研究에서 設定한 代案들에 비추어 非效率인 地域成長 案이라 할 수 있겠다.

또한, 交通手段利用과 關聯해서 택시對 버스의 比率을 2:8로 했을 경우는 1:9로 할 경우보다 에너지所要量이 약 22% 더 많음을 알 수 있다.

方法論의 觀點에서 볼 때 Vogel 方法을 利用하여 推定한 通行距離가 다른 두 方法에 의한 것에 비해 가장 짧으며 人口와 고용을 集中시키는 戰略의 通行距離가 가장 짧게 나타나고 있는데 이는 現實인 여러 制約變數들을 顧慮하지 않은 現實인 模型과 戰略입에 기인한다고 본다. 따라서 바람직한 空間構造를 決定하기 위해서는 交通行態나 生活樣式에 影響을 미치는 여러 因子들을 고려해야 할 것이다. 즉, 本 研究에서는 製造業에 종사하는 사람들에 의해 發生하는 교통량만을 고려했기 때문에 이로 인한 土地利用패턴은 全體 土地利用 시스템의 一部分을 나타내는 것이므로 에너지 效率인 成長패턴에 관한 一般인 結論(generalizations)을 내릴 수는 없을 것이다. 이러한 문제의 해결을 위해서는 土地利用시스템을 이루는 모든 施設(예를 들면, 시장, 학교, 의료시설 등과 같은 各種 社會의 서비스施設)과 關聯된 交通에너지 所要量의 調査, 分析을 통한 광범위한 研究가 이루어져야 할 것이다.

#### 5. 結 論

地域成長의 分析에 있어서 空間構造에 따른 環境的 影響의 評價는 地域經濟成長을 저해하는 否定인 還流(negative feedback)를 惹起시킬 수

도 있을 것이다. 특히 地域成長이 空間적으로 集中될 때 여기에서 잇수가 되는 것은 大氣汚染의 平均値와 最大値 사이의 較量(trade-off)關係에 있다. 예를 들어 製造業이나 기타 地域施設을 集中시키는 政策은 車輛의 通行距離를 줄임으로써, 그 地域에서의 自動車로 부터의 汚染을 줄여 平均汚染水準을 떨어뜨릴 수 있으나, 局地的인 最高汚染量(local pollution peaks)을 增加시킬 수도 있을 것이다. 이와 같은 狀況下에서의 空間構造에 관한 意思決定은 重要한 政策의 過程(political process)이라고 보아야 할 것이다.

(原稿接受 '88. 4. 4)

#### 參 考 文 獻

- 1) Owens, S.E.(1984), "Energy and Spatial Structure:A Rural Example," *Environment and Planning A*, 16, pp.1319-1397.
- 2) Odell, P.(1977), "Energy and Planning", *Town and Country Planning*, pp.154-158.
- 3) Hartgen, D.T., J.M. Cross and C.E. Meyers(1981), "Transportation Energy Assessment For Local Governments" *ITE Journal*, pp.20-25.
- 4) Harwood, C.C.(1977), *Using Land to Save Energy*, Environmental Law Institute, Ballinger Law Institute, Cambridge, Massachusetts.
- 5) Owens, S.E. and P.A. Rickaby (1983), "Energy and the Pattern of Human Settlements", *Built Environment* a(2), pp.150-159.
- 6) Owens, S.E.(1986), *Energy, Planning and Urban Form*, Pion Limited, London.
- 7) Rickaby, P.A.(1981), *Six Regional Settlement Patterns: Alternative Configuration for Energy Efficient Settlement*, Milton Keynes: Centre for Configuration Studies, The Open University.

- 8) Kwi-Gon Kim, et al.(1981), Urbanization Impacts of Stansted Airport, Reading University, England.
- 9) Kwi-Gon Kim, et al.,(1987), New Towns in East and South-east Asia: Planning and Development,Oxford University Press.
- 10) 金光埴(1984), “都市形態와 交通에너지 消費와의 關係定立”, 國土計劃學會誌 第19卷 第1號, pp.84~97.
- 11) 유완(1982), “都市化 및 都市交通이 環境에 미치는 影響”, 大氣保全管理, 環境廳, pp.455~502.
- 12) 尹炳求(1985), 都市形態 및 車輛運行 特性이 交通에너지 消費量에 미치는 影響에 關한 研究, 서울大學校, 環境大學院.
- 13) 大韓民國政府(1982), 第2次 國土綜合開發計劃, pp.19~26.
- 14) 瑞山郡(1982), 瑞山定住生活圈開發計劃(1982-1991).
- 15) 瑞山郡(1985), 通計年報.
- 16) 박순달(1983), OR 프로그램집, 미영사.
- 17) Kwi-Gon Kim(1986), Energy Flow and Conservation in Urban Systems, Research Report Submitted to UNESCO, Paris, France.