

## 空港立地選定에 있어서 GIS의 活用に 關한 研究

A study about the application of GIS on Airport site selection

정 승 현\*                      임 승 현\*                      김 태 근\*\*                      조 기 성\*\*\*  
Jeong, Seung Hyeon      Lim, Seoung Hyeon      Kim, Tea Geun      Cho, Gi Sung

### 要 旨

최근 항공수요가 급증하고 지방화시대가 도래함에 따라 각 지역마다 지방공항 건설에 박차를 가하고 있다. 그러나 공항의 부적절한 입지는 그 기능발휘에 제한을 초래하게 되고 항공수요의 감소로 이어지게 된다. 따라서 공항의 기능을 최대한으로 발휘할 수 있는 지역대표공항의 건설이 요구되며, 이에 따라 경제적이고 효율적인 공항입지선정 방법이 요망되고 있다.

본 연구는 공항입지선정에 있어서 지형공간정보체계를 활용하여 실제대상지역에 적용한 결과, 지형공간정보체계가 광범위한 지역을 대상으로 다양한 분석인자를 적용해야 하는 공항입지선정에 있어 효율적이고 과학적인 분석을 위한 새로운 기법임을 제시할 수 있었다.

그리고 공항입지선정시 요구되는 분석인자들간의 우선순위와 자료의 등급 및 상대적인 경중률을 산정하는 과정에서 쌍체비교방법과 델파이기법을 병행하여 실시함으로써 분석결과의 객관성을 보다 더 향상시킬 수 있었다.

### ABSTRACT

Recently, with the demand for airservice increasing and localization accelerating, airport construction is booming. However, in the case of an unsuitable airport site selection, it might cause a reduction in airport service and a decrease in airport demand. Thus, it is necessary to construct a representative airport and choose a suitable site selection method for economical and efficient airports in order to make the utmost use of airport functions.

In this study, GIS was used to select the airport site and applied to case study areas. GIS could present a new method for efficient and scientific analysis in airport site selection, including various factors over an extensive area.

The use of both, the paired comparison method and the delphi method, could improve the objectivity of analysis results in the process considering the relative weight, grade of data and priority order of analysis factors, used in airport site selection.

\* 전북대학교 공과대학 토목공학과 박사과정

\*\* 국립환경연구원 금강수질검사소

\*\*\* 전북대학교 공과대학 토목환경공학부 조교수

## 1. 서론

우리나라의 항공운송사업은 지난 수십 년간 경제성장과 더불어 눈부신 발전을 이룩하였으나 대부분의 지방도시들은 공항시설의 부족으로 인하여 항공교통수단의 혜택으로부터 소외되어 왔다. 그러나 최근들어 국민소득이 증가하고 경제활동이 활성화되면서 시간가치의 비중이 확대되어 항공수요가 급증하고 있고, 지방자치에 의한 지방화시대가 도래함에 따라 지역의 균형있는 발전을 도모하고 지방주민들의 고속교통수단에 대한 욕구를 충족시키고자 각 지역마다 지방공항 건설에 박차를 가하고 있다. 하지만 공항의 부적절한 입지는 그 기능발휘에 제한을 초래하게 되고 항공수요의 감소로 이어지게 된다.

특히 본 연구 대상지역내의 주민들도 군산공항이 있음에도 불구하고 운항횟수가 도내 항공수요에 절대적으로 미달되고 입지여건이 서해안에 편중되어 공항 접근성이 불량하기 때문에 일부만이 이용하고 있어 공항의 기능을 최대한으로 발휘할 수 있는 지역대표 공항의 건설이 절실이 요구되며, 그에 따라 경제적이고 효율적인 공항입지선정 방법이 요망되고 있다. 그러므로 본 연구에서는 공항입지를 선정하는데 있어 지형·사회·환경적 인자를 폭넓게 고려하여 이를 체계적으로 분석·종합하고 인자의 상호관계를 규명함으로써 공간상에 최적시설입지의 선정을 효과적으로 수행할 수 있는 “지형공간정보시스템(Geo-Spatial Information System : GSIS)”을 활용하여 공항입지와 관련된 여러 인자들을 전산분석기법을 통해 과학적이고 객관적인 분석을 시도해봄으로서, 이를 근거로 장래의 개발방향에 따라 공항 및 그밖의 각종 시설물의 입지선정에도 응용할 수 있도록 하고자 한다.

## 2. 공항이론

### 2.1 공항의 입지조건

국제민간항공조약(ICAO) 부속서에 의하면 공항이란

항공기의 도착, 출발, 이동을 위해 전부 또는 일부를 사용할 목적을 갖는 육상 또는 수상의 일정구역(건물, 시설 및 기제등을 포함)을 말한다. 이러한 공항의 입지선정에 있어 공항으로서 필요한 기능을 충분히 발휘할 수 있는 곳을 선정하기 위해서는 공역·운항조건, 환경조건, 건설조건등 다양한 입지조건을 고려해야 한다<sup>1)</sup>.

#### 2.1.1 공역·운항조건<sup>1)2)</sup>

관계혼란과 공중충돌을 방지하기 위하여 기존의 비행장으로부터 최소한 30km 이상, 기존비행장의 계기비행용 활주로의 연장선에 따라 비행장을 건설할 때에는 적어도 60km 이상 떨어진 곳에 선정하여야 하며, 주요항로상의 비행층과 회수를 고려하여 적어도 15km 이상 떨어져서 선정해야 한다. 그리고 항공기가 비행장에 접근시에 지상의 자연적 내지 인공적인 장애물로부터 안전한 공역을 확보할 수 있어야 한다. 또한 안개, 풍향, 풍속, 운고 등의 최근 10년간 기상데이터를 참고하여 예상취항률이 높은 곳을 선정해야 한다.

#### 2.1.2 환경조건

항공기 소음은 인체에 미치는 영향 뿐 만 아니라 부동산의 이해관계등에 미치는 영향이 크므로 취항할 항공기종에 따른 소음영역과 거리간의 관계를 참작하여 인근도시와의 관계를 고찰해야 한다. 일반적으로 인구밀집지역의 외곽에서 최소한 15km의 거리를 갖고, 활주로의 연장선에서 적어도 5km의 횡적거리를 유지하여 선정해야 한다. 그밖에 대기 및 수질오염으로 인한 영향이 적은 곳이어야 한다.

#### 2.1.3 건설조건

적은 건설비, 짧은 공비, 그리고 단지조성, 활주로, 주차장 등의 불필요한 지형상의 제한을 받지 않고 쉽게 시공할 수 있는 곳을 선정해야 한다. 일반적으로 지반지력이 약한 지역이나 단층이 예상되는 지역은 피하는 것이 좋다.

#### 2.1.4 기타조건

도시계획, 토지이용계획 등의 상위계획과의 조정이 도모되어야 하고, 가급적이면 농업진흥지역, 상하수도 보호구역, 문화재보존지구 등의 보존지역에 저촉되지 않는 범위내에서 입지를 선정해야 한다. 그밖에 용지 취득이 용이하고, 도시중심부와 단시간에 연결될 수 있어야 하며, 미래의 수요를 예측하여 확장이 가능한 곳을 선정해야 한다.

## 2.2 활주로방향

정풍(Head Wind)은 항공기의 양력을 증가시켜 활주거리를 감소시키며, 측풍(Cross Wind)은 공항설치시 활주로의 방향 및 수의 결정에 중요한 영향을 미친다. 항공기는 이착륙시 측풍분력(항공기의 진행방향에 직각인 바람성분)이 허용치 이내일 때 활주로를 사용할 수 있으며, 이 최대허용측풍은 항공기의 크기, 날개형태, 활주로의 노면상태등에 따라서 다르다.

활주로의 방향은 일반적으로 바람분석을 통해 정풍 방향으로 선정하지만, 최대풍극범위내에서 지형 및 장애물, 그리고 소음등의 조건도 고려하여 최적의 활주로 방향으로 결정하게 된다. 풍극범위란 항공기의 이착륙할 수 있는 시간, 즉 측풍분력이 최대 허용측풍 이내인 시간을 말하며, FAA(Federal Aviation Administration)와 ICAO(International Civil Aviation Organization)에서는 모두 이 값이 95%이상 되도록 규정하고 있다. 최대허용측풍의 기준에 관해서는 FAA는 활주로의 폭을, ICAO에서는 활주로의 길이를 기준으로 하여 최대허용측풍을 결정하고 있으며, 우리나라의 경우에는 ICAO의 기준을 따르고 있다.

	기준	F. A. A.	I. C. A. O.
최대	23mph	-	$L \geq 1,500m$
허용	15mph	$B > 30m$	$1,200 \leq L < 1,500$
	12mph	$B \leq 30m$	-
측풍	11.5mph	-	$L < 1,200m$

(B : 활주로의 폭, L : 활주로의 길이)

활주로의 방향결정을 위한 바람분석에서는 최근 10년간의 1일 1시간 간격으로 24회 관측된 16방위별 풍

속 등급별 관측율이 기록된 바람장미가 이용된다. 분석방법으로는 먼저 최대 허용측풍을 결정하고, 16방위별 풍속 등급별 관측율을 산정하여 바람장미를 작성한다. 그리고 최대 허용측풍을 반폭으로 2개의 평행선이 그려진 template를 바람장미에 겹쳐 wind coverage <그림 2.1>를 작성한 후, 2개의 평행선내에 놓여지는 관측율의 합을 계산하는 과정으로 진행된다<sup>3)</sup>.

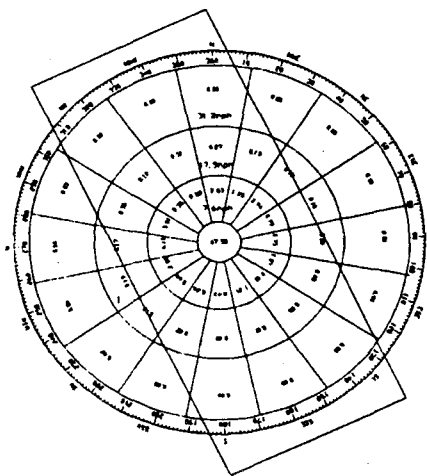


그림 2.1 풍극범위(wind coverage)

## 2.3 제한표면<sup>4)5)</sup>

항공기가 비행장에 안전하게 이착륙하기 위해서는 비행장 주변의 일정한 공간을 장애물이 없는 상태로 유지해야 하며, 이때 비행장 주변의 확보해야 할 공간의 저면을 제한표면 또는 안전표면이라고 한다<그림 2.2>. 안전표면의 종류로는 진입표면, 전이표면, 수평표면, 원추표면으로 구별되며, 각각 비행장의 종류와 착륙대가 계기비행용과 비계기비행용의 여부에 따라 그 기준이 다르다<표 2.1>

### 2.3.1 진입표면(Approach surface)

항공기의 이착륙 후 또는 최종착륙을 할 때에 직선 비행의 안전을 확보하기 위해 필요한 안전표면을 말한다. 진입표면은 그 말단의 폭이 기기용의 착륙대에 있어서는 1,200m, 비계기용 착륙대에 있어서는 750m

표 2.1 착륙대 및 비행장 안전구역 설치기준<sup>6)</sup>

구 분		착륙대									
		A	B	C	D	E	F	G	H	J	
활주로 또는 착륙대의 길이(m)		2550 이상	2150	1800	1500	1280	1080	900	500	100	
활주로	폭(m)	45	45	45	45	45	30	30	25	15	
	최대종단경사(%)	0.8	0.8	0.8	0.8	1	1	1	1.5	2	
	최대횡단경사(%)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2	3	
전이표면	경사도	1/7	1/7	1/7	1/7	1/7	1/7	1/7	1/7	1/7	
진입표면	경사도	1/40	1/40	1/40	1/40	1/30	1/30	1/25	1/20	1/20	
	길이(m)	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000	
수평표면	반지름(m)	4000	3500	3000	2500	2000	1800	1500	1000	1000	
원추표면	경사도(%)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
	길이	계기(m)	1100	1100	800	800	600	600	600	600	600
		비계기(m)	1100	800	500	400	400	400	400	400	400
	높이	계기(m)	55	55	40	40	30	30	30	30	30
비계기(m)		55	40	25	20	20	20	20	20	20	
착륙대	최대종단경사(%)	1.5	1.5	1.75	1.75	2	2	2	2	2	
	최대 횡단경사	비계기	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	3
		최소구역(%)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	3
		그외지역(%)	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	길이(m)	활주로 양단에서 각각 60m씩 연장									
	폭 (일방향)	계기(m)	150	150	150	150	150	150	150	75	75
비계기(m)		75	75	75	75	75	60	60	30	30	

의 길이에 의해 둘러진 평면이며, 그 경사도가 기본표면의 중심선으로부터 연장방향의 길이 3,000m지점까지는 1/50이상, 3,000m에서 15,000m지점까지는 1/40의 경사를 갖는 평면이다.

2.3.2 전이표면(Transitional surface)

항공기가 착륙을 하기 위한 진입을 잘못하였을 때의 착륙복행의 안전을 확보하기 위해 필요한 안전표면이다. 전이표면은 착륙대의 장변 및 진입표면의 사변에 접하여 착륙대의 외측상방에 경사각도 1/7의 경사를 갖는 평면이며, 그 말단은 수평표면과의 접선이 된다.

2.3.3 수평표면(Horizontal surface)

비행장 표점의 수직상방 45m의 지점에 펼쳐진 모양으로 나타나며, 활주로 끝 중심선에서 착륙대의 등급에 따라 반경 4,000m이하로부터 800m까지의 호를 두고 이들을 접선으로 연결하여 형성된 평면이다.

2.3.4 원추표면(Conical surface)

항공기가 대형 고속화됨에 따라 매우 커진 주변경로 및 정밀진입 이외의 경로의 안전을 확보하기 위해 필요한 안전표면이다. 수평표면의 바깥선에 접속하고 경사각도는 1/20의 경사를 가지며, 반지름이 착륙대가 계기용의 경우는 1,100m에서 600m, 비계기용의 경우

는 착륙대의 등급에 따라 1,100m에서 400m로 그려진 원주에 의해 둘러싸인 원추면이다.

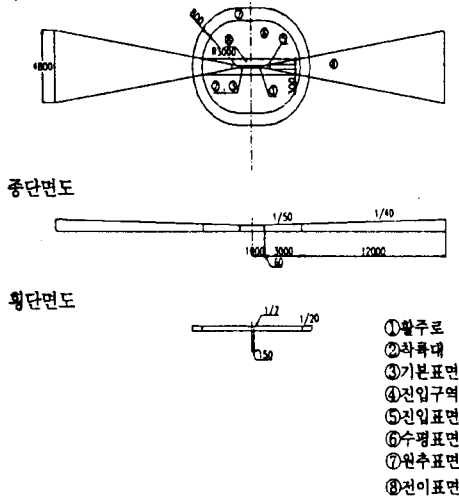


그림 2.2 안전표면 설명도

### 3. 적용 및 분석

#### 3.1 연구대상지역

본 연구의 대상지역은 전주시를 중심으로 40km×40km 이내의 지역을 선정하였으나 전주시의 동쪽지역은 대부분이 산악지형으로 이루어져 공항입지로는 거의 불가능하므로 본 연구에서 제외하였다. 대상지의 위치로는 E126° 52' 30" ~ E127° 37' 30", N35° 37' 30" ~ N36° 00' 00" 이고, 행정구역상 3개시, 6개군, 42개읍면에 걸쳐있는 총면적 1,414km<sup>2</sup>의 지역이다. 지리적으로는 전주시, 익산시, 김제시의 일부를 포함하고 있으며 군산시,정읍시에 인접한 지역이다.

대상지역의 교통현황으로서 대상지역내에 호남선, 전라선 철도와 호남고속도로가 남북으로 관통하고 있으며, 서쪽으로는 서해안 고속도로, 동쪽으로는 군산-대구간 고속도로가 건설중에 있어 육상교통 이용측면에서는 유리하지만 항공교통수단의 경우 군산공항이

있음에도 불구하고 접근성이 떨어져 이용측면에서는 미흡한 여건에 있다.

#### 3.2 적지분석모형 설정

어떤 대상에 대한 분석을 수행할 때 일반적인 기준이나 식을 사용하여 분석에 쓰이는 각종 자료를 구체적으로 계량화, 의사화하여 그 대상을 실제적으로 인지할 수 있도록 하는 것을 모형이라 한다.

본 연구에서 모형이라 함은 공항적지분석을 하기 위한 대상지역에 대한 공간단위, 적용할 분석인자, 선정된 분석인자의 등급구분 및 경중률, 그리고 중첩기법의 결정을 의미한다.

##### 3.2.1 공간단위 결정

자료를 산출·처리하기 위해서는 자료의 수집과 처리 및 관리를 위해 공간적인 단위를 결정해야 한다. 분석에 사용되는 공간단위는 자료의 사용목적, 대상지역의 크기, 분석대상, 수집방식에 따라 차이가 생기는데, 효율적인 자료처리와 목적하는 결과를 얻기 위해 최소의 공간단위가 필요하다. 공간단위의 크기는 기본자료의 정확도, 계획대상의 성격에 따라 선택하는 것이 올바르지만 실제의 공간단위는 각종 자료의 해상도, 정밀도, 편리성, 시간적인 제약성, 처리비용 등에 따라 달라진다.

본 연구에서 사용한 공간단위는 격자의 단위를 말하며, 대상지역의 넓이를 고려하여 분석의 공간단위를 50m × 50m로 결정하였다.

##### 3.2.2 분석인자 결정

분석인자의 설정은 공항입지선정의 결과에 큰 영향을 주기 때문에 객관성에 근거하여 설정하는 것이 바람직하다. 본 연구에서는 각종 문헌을 참고하고, 공항관계자 및 전문가들을 대상으로 설문조사를 통하여 분석인자를 결정하였다. 설정된 인자는 다음과 같다.

- 표고
- 경사
- 토질
- 지질
- 인구밀도

- 지가 · 수문 · 도로 · 철도 · 인근도시
- 인근공항 · 기존노선 · 기존구역
- 기존토지이용
- 기상(평균기온, 지표면기온, 강수량, 안개일수, 눈, 결빙)
- 법적제한구역(그린벨트, 상하수도보호구역, 문화재보존지구)

선정된 분석인자들간의 우선순위를 평가하기 위해서 쌍체비교방법을 이용하여 20명의 공항 관계자와 전문가들을 대상으로 설문조사를 실시하였다. 평가된 우선순위의 결과는 자료의 등급 및 경중률을 평가하는 과정에서 참고자료로서 활용되었다. <표 3.1>은 분석인자들간의 우선순위 평가결과이다.

### 3.2.3 우선순위평가

분석인자간의 상대적인 경중률에 따라 분석결과가 달라지므로 경중률 산정시 보다 더 객관적이고 합리적으로 접근해야 한다. 따라서 본 연구에서는 쌍체비교방법과 델파이기법을 병행하여 경중률을 산정하였다. 이 방법들은 의사결정과정시 주관성을 완화시키기 위한 방법으로서, 쌍체비교방법은 측정하고자 하는 n개의 인자를 두 개씩 짝을 지어  $n(n-1)/2$ 개의 쌍을 만들고, 이들 각각의 쌍에 대해 두 개를 비교하여 중요한 인자를 선택하도록 하고, 이 결과를 종합하여 인자별 가중치를 결정하는 방법이다<sup>7)</sup>. 또한 델파이기법은 특정 분야의 다수 전문가들의 의견을 종합하여, 그 결과가 수렴할때까지 결과의 평균값, 중위값들에 대한 정보를 첨부하면서 앙케이트를 반복실시함으로써 가능한 일치되는 견해를 찾아내는 방법이다<sup>8)</sup>.

### 3.2.4 등급구분 및 경중률 결정

각 자료의 등급은 입지선정 대상과 관련된 요소들의 공간상의 위치 또는 공간적인 특징에 의해 적절하게 자료를 구분하여야 한다. 각 요소내 공간의 위치와 공간적 특징에 대한 자료구분은 이들이 입지선정에 미치는 영향에 의해 결정된다. 자료간의 중요성을 판정하기 위하여 사용되는 경중률도 마찬가지로 인자상호간에 입지선정에 영향을 주는 정도에 따라 결정되어진다.

본 연구는 공항입지선정에 영향을 주는 정도에 따라 분석인자를 2등급에서 5등급까지 분류하고, 10명의 공항 관계자와 전문가들을 대상으로 델파이기법을 이용하여한 등급을 부과하였다. 최고등급 '1.0'에서 최저등급 '0.2'의 범위로서 각 요소도면의 공간상에 대해 차등이 있도록 하였다. 또한 경중률의 범위를 최저 '1'

표 3.1 우선순위 평가결과

	표고	경사	토양·지질	기상	수문	철새이동경로	도로·철도	인구밀도	토지이용현황	지가	인근도시	인근공항	공역·노선	법적제한구역	평균	우선순위
표고	-	6	9	3	13	11	6	4	6	8	4	4	5	9	4.40	⑬
경사	14	-	10	5	14	13	7	6	10	12	6	6	5	8	5.80	⑩
토양·지질	11	10	-	7	17	12	7	9	11	13	5	6	7	9	6.20	⑨
기상	17	15	13	-	16	17	12	16	13	15	11	12	9	15	9.05	①
수문	7	6	3	4	-	7	3	5	4	7	4	4	4	7	3.25	⑭
철새이동경로	9	7	8	3	13	-	7	7	11	10	8	9	7	9	5.40	⑪
도로·철도	14	13	13	8	17	13	-	7	10	10	5	8	7	9	6.70	⑥
인구밀도	16	14	11	4	15	13	13	-	10	17	9	8	6	12	7.40	⑤
토지이용현황	14	10	9	7	16	9	10	10	-	14	5	6	8	8	6.30	⑧
지가	12	8	7	5	13	10	10	3	6	-	5	4	4	9	4.80	⑫
인근도시	16	14	15	9	16	12	15	11	15	15	-	11	8	11	8.40	③
인근공항	16	14	14	8	16	11	12	12	14	16	9	-	8	9	7.95	④
공역·노선	15	15	13	11	16	13	13	14	12	15	12	12	-	13	8.70	②
법적제한구역	11	12	11	5	13	11	11	8	12	11	9	11	7	-	6.60	⑦

표 3.2 공항적지분석모형

분 석 인 자			단 위	자 료 의 구 분					경 중 륜
1	지 형	표 고	m	7미만 0.8	7-25 1.0	25-50 0.6	50-100 0.4	100이상 0.2	4.8
		경 사	%	1미만 1.0	1-5 0.8	5-15 0.6	15-30 0.4	30이상 0.2	
3	토 양		특성	SW,SP 1.0	SM 0.75	SC 0.5	GC,GW,CL 0.25	6.0	
4	지 질		특성	단층지역 0.25	퇴적암류,변성암류 0.5	편마상화강암류 0.75	화성암류 1.0	6.4	
5	기 상	평균기온	℃	10미만 0.667	10-12.5 1.0	12.5이상 0.333		8.6	
		지표면기온	℃	10미만 0.333	10-15 1.0	15이상 0.667			
		강수량	mm	1,200미만 1.0	1,200-1,300 0.667	1,300이상 0.333			
		안개일수	일	20미만 1.0	20-50 0.667	50이상 0.333			
		현상일수 (눈)	일	20미만 1.0	20-50 0.667	50이상 0.333			
		현상일수 (결빙)	일	100미만 1.0	100-125 0.667	125이상 0.333			
		6	인구밀도		인/Km <sup>2</sup>	50미만 1.0	50-150 0.8		150-250 0.6
7	토지이용현황		지목	대지 0.2	전 1.0	답 0.8	임야 0.6	수계 0.4	5.1
8	지 가		원/m <sup>2</sup>	2,000미만 1.0	2,000-3,500 0.8	3,500-10,000 0.6	10,000-50,000 0.4	50,000이상 0.2	5.5
9	수 문	하 천 호 소	Km	0.5미만 0.5	0.5-1.2 0.75	1.2-2 1.0	2이상 0.25	3.5	
10	교 통	도로	Km	0.5:0.25:0.25 1.0	1.5:0.75:0.75 0.75	3:1.5:1.5 0.5	보통이상 0.25	6.6	
11		철도	Km	1미만 0.75	1-3 1.0	3-7 0.5	7이상 0.25	5.3	
12	인근도시		Km	5미만 0.667	5-15 1.0	15이상 0.333		7.8	
13	인근공항		Km	30미만 0.333	30-55 0.667	55이상 1.0		7.4	
14	기존노선		Km	10미만 0.333	10-20 0.667	20이상 1.0		5.8	
15	기존구역		-	군사구역 0.333	민간공항 구역 0.667	기존구역 외 지역 1.0		7.9	
16	법적제한구역		-	법적구역 0.5		법적구역외 구역 1.0		8.4	

에서 최고 '10'까지 설정하여 등급부여와 동일한 방법으로 경중률을 결정하였다.

구체적인 결정내용은 <표 3.2>분석모형과 같다.

### 3.2.5 중첩기법선택

이론적 고찰에서 살펴본 도면중첩기법중 현실적으로 적용가능한 기법으로 선형조합기법을 선택하여 사용하였다.

적합성 분석은 분석에 적용되는 모든 인자를 결합, 합성시켜 총 적합도가 산정된다. 따라서 적합도는 모든 인자에 대한 함수이다<sup>9)</sup>.

분석에 적용되는 수학적 모델식은

$$\text{적합도(suitability)} = f(\text{인자1, 인자2, 인자3, \dots, 인자 n})$$

또한 적합도는 인자간의 경중률을 고려하여 산출된다. 각각의 인자를  $f_j$ , 경중률을  $w_i$ 로 하여 선형식으로 표시하면

$$\text{총적합도(Total score)} P = w_1f_1 + w_2f_2 + w_3f_3 + \dots + w_n f_n$$

그리고 이와 같은 과정에서 계산된 총적합도는 다시 고려된 분석 인자의 수(N)로 나누어 표준적합도가 최종적으로 산출되며 이는 각 단위공간이 가지는 최종 적합점수가 된다.

$$\text{표준적합도(Standard score)} = \frac{\text{총적합도}}{\text{고려된 분석인자의 수(N)}}$$

## 3.3 적지분석

### 3.3.1 자연·환경적요소 분석

#### 1) 지형

대상지역의 지형특성을 분석하기 위해 우선 지형도 상에서 등고선 및 지점표고값을 추출하여 TIN(Triangulated Irregular Network)을 생성하였다. 그리고 생성된 TIN을 lattice로 변환하여 대상지역의 지형상황을 표현하기 위한 음영기복도를 만들었으며, 이 lattice

grid로 변환하여 경사분석도와 표고분석도를 작성하였다.

경사분석을 통해 나타난 대상지역의 경사현황으로는 1% 미만에서 30%이상까지 경사의 차이를 나타내고 있으며, 경사의 구분은 평지, 중저, 중, 중고, 고 등의 5가지로 분류하였다.

표고의 범위는 최저 5m에서 최고 750m까지의 동고 서저의 지형으로 구성되어 있으며, 표고의 구분은 경사와 동일한 항목으로 분류하였다.

#### 2) 토질

토질을 평가하기 위해서는 현장조사가 수반되어야 하나, 대상지역이 광범위하므로 본 연구에서는 1:50000의 개략도양도로부터 도형자료와 속성자료를 추출하여 분석에 이용하였다. 지반상태와 공사비용 사항을 평가하기 위해 개략도양도로부터 추출한 토양자료를 공학적인 분류방법중 통일분류법으로 분류하여 분석을 실시하였다. 대상지역내의 총 35가지의 토양상태를 7가지의 통일분류기호와 연결하여 GC는 매우양호, SW,SP는 양호, SM은 보통, SC는 불량, GW,CL은 매우불량의 5가지의 형태로 지반상태와 공사비용을 종합적으로 평가하였다.

#### 3) 지질

지질자료는 대상지역중 서쪽 평야지역이 지질조사가 이루어지지 않아 1:250,000 지질도를 이용하였고, 공항과 같은 대규모의 시설물의 입지로는 부적절한 단층영향권을 고려하기 위해 1:25,000지질도에서 단층자료를 추출하였다. 각 단층에 따라 불과 수미터에서 한반도전체에 이르기까지 다양한 단층영향권이 분포하기 때문에 정밀조사가 수반되어야 하나, 대상지역의 특성상 1:25,000지질도에서 추출한 단층라인을 따라 일괄적으로 공항소요면적을 고려한 1km의 line buffering을 하여 단층영향권을 설정하였다. 토질인자와 마찬가지로 지반상태와 공사비용 사항을 평가하기 위하여 분석을 실시하였으며, 화성암류는 매우 양호, 편마암질 화강암은 양호, 퇴적암류 및 변성암류는 보통, 그리고 단층영향권은 불량의 4개 항목으로 분류하였다.



4) 기상

항공기 운항장애를 평가하기 위한 기상분석은 기존의 점우량 자료로부터 지역의 면적 평균 강우량을 산정하기 위해 사용되었던 Thiessen망도를 응용하였다<sup>10)</sup>. 각 관측소의 위치를 경위도 좌표로 입력한 후, Thiessen망도를 작성하여 도형자료를 생성하였으며, 관측소의 기후통계자료를 속성자료로 이용하였다. 기상인자로는 비교적 항공기운항과 관련있는 평균기온, 지표면기온, 강수량, 안개일수, 그리고 눈과 결빙의 현상일수를 분석인자로 설정하고, 각 인자를 저, 중, 고 3개의 항목으로 분류하여 분석을 실시하였다. <표 3.3>는 최근 10년간의 통계자료를 평균치로 환산한 값이고, 분석한 결과 입지조건상 전주기후권이 유리한 기상조건으로서 평가된 반면 임실기후권이 불리한 기상조건으로 평가되었다.

표 3.3 기상자료 현황<sup>11)</sup>

측후소 기상인자	전주	임실	정읍	부안	군산
평균기온(°C)	13.0	10.9	13.0	12.6	12.7
지표면기온(°C)	15.3	13.1	15.5	14.7	15.0
강수량(mm)	1295	1367	1277	1174	1214
안개일수(일)	14.2	80.7	16.5	36.9	49.6
현상일수(일) -눈-	19.5	29.2	24.6	22.6	25.1
현상일수(일) -결빙-	102.2	131.5	106.5	108.0	88.1

3.3.2 경제·사회적요소 분석

1) 인구밀도

항공기 소음의 영향을 평가하기 위해 각 시군의 행정지도와 인구통계자료를 이용하여 대상지의 인구분포를 분석하였다. 인구밀도현황으로는 최저 13인/km<sup>2</sup>에서 최고 3,035인/km<sup>2</sup>까지 5개의 항목으로 분류하였으며, 전주시 완산구가 인구밀도가 가장 높은 지역으로, 완주군 동상면이 가장 낮은 지역으로 평가되었다.

2) 기존토지이용

토지이용도는 1994년 6월 1일 촬영된 LANDSAT TM 영상을 이용하여 추출되었다. 분류기법으로는 분

류하고자하는 항목과 그에 따른 training field를 선정하여, 분류항목의 특성을 파악하고 프로그램상에서 입력하면 결정법칙에 따라 각 화소(pixel)가 분류되는 감독분류기법(supervised classification)을 사용하였으며 감독분류기법중 가장 체계적이고 널리 사용되고 있는 최대우도분류법(maximum likelihood)을 사용하여 물, 임야, 대지, 밭(과수원), 논등 5가지 항목으로 분류하였다.

표 3.4 토지이용현황

구 분	cell 수	면적(km <sup>2</sup> )	구성비율(%)
하천 및 호소	5,657	14.14	1.00
임야	187,488	468.72	33.14
대 지	36,066	90.17	6.37
밭	150,547	376.37	26.61
전(과수원)	186,002	465.00	32.88
합 계	565,760	1414.4	100

3) 지가

용지매입비용을 평가하기 위해 토지이용도와 행정구역도를 중첩하여 지가분석도를 작성하였으며, 각 행정구역마다 지목별로 평균지가를 산출하여 분석에 이용하였다. 지가현황으로는 최저 180원/m<sup>2</sup>에서 최고 157,767원/m<sup>2</sup>까지 5개 항목으로 분류하였으며, 도심지역의 경우 지가를 5개 항목중 최고 항목으로 일괄 배정하였다.

3.3.3 법률적요소 분석

1) 기존공역

각 공역의 위치를 경위도 좌표로 입력하여 도형자료를 생성한 결과, 대상지역 내에는 2곳의 군사공역과 1곳의 민간공항공역이 분포하였다. 공역은 군사공역, 민간공항공역, 그리고 공역 외 지역의 3개의 항목으로 분류하여 분석을 실시하였다.

2) 법적제한구역

법적제한구역으로는 개발제한구역, 상하수도보호구역, 문화재보존지구를 분석인자로 설정하였다. 이 중



그림 3.1 공항적지분석도

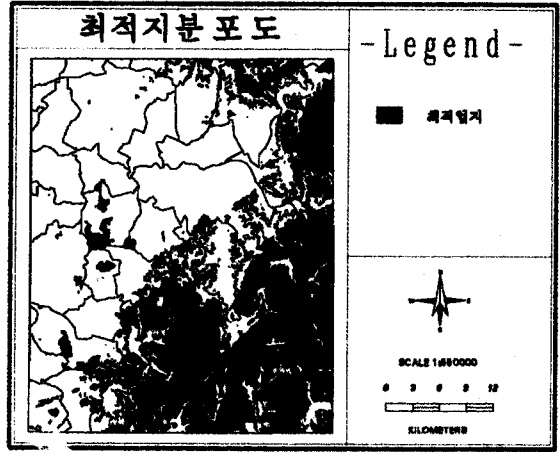


그림 3.2 최적지분포도

자료를 생성하여 법적제한구역도를 작성하였다. 문화재보존지구의 경우에는 1 : 500으로 작성되어 있는 도면을 이용하기에는 불가능하므로 1 : 250,000 문화재지도를 이용하여 83곳의 point data를 추출한 후 일괄적으로 반경 1km의 buffering을 하여 분석에 이용하였다. 법적제한구역에 관해서는 특별히 설정된 기준이 없어 법적구역과 법적구역 외 지역 2개의 항목으로 분류하여 분석을 실시하였다.

한편 개발제한구역의 경우에는 도심과 매우 인접해 있어 공항입지가 불가능한 도심지역과 함께 법적 제약조건을 적용하였다. 연구대상지역내에는 도심지역으로서 전주시, 익산시, 김제시가 있으며, 전주시와 삼례읍 주변에 약 216km<sup>2</sup>의 그린벨트지역이 분포하고 있다.

### 3.3.4 인접성분석

인접성인자로 수계, 도로, 철도, 인근도시, 기존공항, 기존노선을 설정하여 각각에 대한 인접성을 분석·평가하였다.

도로의 경우에는 고속도로, 국도, 지방도로 분류하고, 각각의 도로에 따라 이격거리를 달리하여 대상면적을 구역(zone)으로 분할하여 평가하였으며 수계, 철

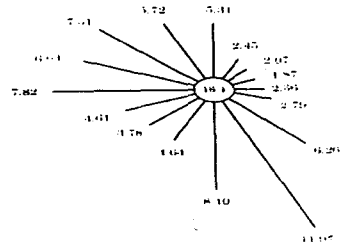
도, 기존노선의 경우에도 각각 이격거리를 달리하여 line buffering으로 지역을 분할하고, 거리의 원근에 따라 등급을 부여하는 방식으로 평가하였다. 또한 인근도시, 기존공항의 경우에는 각각 이격거리에 따라 point buffering으로 동심원을 구성함으로써 대상면적을 일정구역으로 분할한 후에, 거리의 원근에 따라 등급을 부여하는 방식으로 평가하였다.

## 3.4 분석결과 및 고찰

### 3.4.1 분석결과

총 22개의 분석인자를 고려하여 16개의 분석도면을 작성하고, 각각의 분석도를 종합하여 분석한 결과, <그림 3.1>와 같은 공항적지분석도를 생성하였다. 본 분석도의 적합등급을 불용지역, 매우 부적합, 부적합, 보통, 적합, 매우 적합한 6개의 등급으로 분류한 결과, 매우 적합한 지역이 전체 연구지역중 2.9%인 약 42 km<sup>2</sup>의 지역에 걸쳐 분포하고 있다. 이 적합지중 법적제약조건을 적용하고, 공항계획규모보다 적은 소규모지역들을 제외한 결과, 약 28.4km<sup>2</sup>의 최적입지가 서쪽 평야지역인 완주군 용지면, 금산면, 그리고 정읍군 감곡

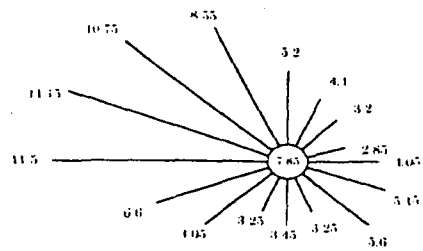
면에 대부분이 분포하고 있으며, 이외에 완주군 구이면, 상관면, 그리고 임실군 신덕면 일대에도 비교적 큰 입지가 분포하고 있다<표 3.5><그림 3.2>. 그러나 연구지역 동쪽에 분포하고 있는 입지들은 산악지역내의 평탄지로서 항공기의 제한표면을 고려할 때 항공 운항에 커다란 장애가 예상되는 지역으로 공항의 입지로는 불리할 것으로 판단된다.



-전주기후권-

3.4.2 활주로 방향 결정

활주로의 방향과 제한표면의 범위를 결정하기 위하여 공항의 규모(활주로의 규모)를 설정하였다. 활주로의 등급은 도내의 수요와 기타 조건을 고려하여 C등급(2000m×45m)으로 설정하고 공항모형도를 작성하였다.



-정읍기후권-

활주로의 방향을 결정하기 위해 최적입지가 분포하고 있는 기후권인 진주와 정읍기후권의 최근 10년간의 풍향data를 통계처리하여 windrose를 작성하였고, <그림 3.3>. 또한 16방위별 풍속의 등급별 관측율을

그림 3.3 각 기후권의 바람장미

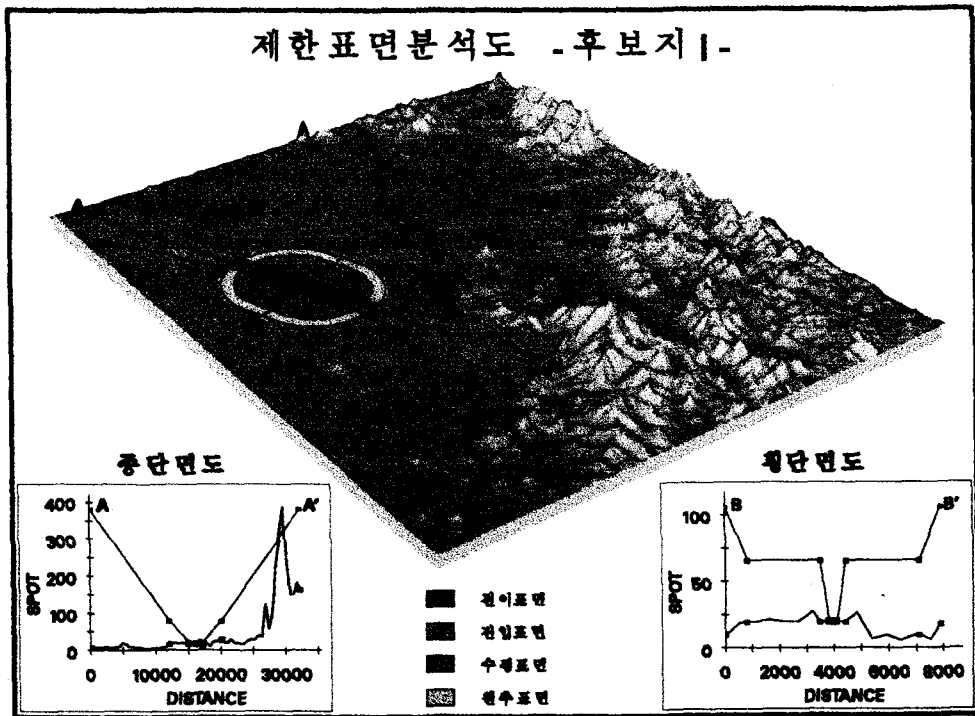


그림 3.4 제한표면분석도 -후보지 I-

산정하고, 활주로 2,000m에 대한 최대허용측풍 기준인 23mph를 적용한 결과, 16방위 모두 95%이상의 풍극 범위를 확보할 수 있었다. 그러므로 windrose에서 풍향의 구성비율이 가장 높은 정풍방향을 활주로의 방

우에는 활주로 양방향 모두 진입표면과 원추표면에 저촉되는 지형이 없어 매우 양호한 입지조건으로 평가되었다<그림 3.6>.

표 3.5 최적입지분포현황

분포지	면적(km <sup>2</sup> )
김제군 용지면 예촌리 일대	1.83
정읍군 감곡면 방교리 일대	2.15
임실군 신덕면 신덕리 일대	2.93
김제군 용지면 효정리 일대	5.49
김제군 용지면 부교리 일대	1.35
김제군 금산면 용산리 일대	4.65
김제군 황산면 봉월리 일대	1.49
정읍군 감곡면 화봉리 일대	2.54
완주군 구이면 향가리 일대	2.21
완주군 상관면 신리 일대	3.64

향으로 결정한 결과, 전주기후권은 SES-NWN 방향, 정읍기후권은 E-W방향으로 설정하였다.

### 3.4.3 제한표면분석

항공운항의 장애를 평가하기 위해서 선정된 최적입지를 대상으로 제한표면분석을 실시하였다. 먼저 활주로의 등급에 따른 제한표면을 작성하고, 각각의 활주로 방향에 따라 음영기복도상에 overlay하여 제한표면이 위치하는 지역의 종단·횡단에 관한 profile을 작성한 다음, 항공법으로 규정되어 있는 제한표면의 기준과 비교하여 그 제한표면에 저촉되는 지형의 분포현황을 파악하였다.

그 결과, 용지면 예촌리의 경우 풍향조건에 의해서는 SES-NWN방향이 최적이나, 구이면 모악산이 장애요소로 작용하고 있어 항공기 안전문제와 진입표면의 장애물을 고려해 볼 때, 활주로 SES방향은 사용불가능하므로 활주로의 양방향을 활용하기 위해서는 활주로 방향을 재검토하여 최적의 방향을 결정해야 할 것이다<그림 3.4>. 그리고 신덕면 신덕리의 경우에도 주위가 모두 산악지대로 둘러싸여 있고, 또한 이 지역의 표고가 250m나 되므로 공항입지로는 거의 부적합한 지역이다<그림 3.5>. 그러나 용지면 효정리의 경

### 3.4.4 평가 및 고찰

본 연구의 분석결과에서 나타난 최적입지는 경중률이 가장 높게 산정된 기상과 법적제한요소에서 비롯되었다고 사료되며, 특히 대상지역내의 여러도시와 인근도로의 접근성도 이러한 입지분포에 크게 작용하였음을 알 수 있었다. 그러나 상대적으로 표고와 경사의 경중률이 낮게 평가되어 산악지형 내의 100m 이상의 표고를 가진 지역에도 다소 큰 최적지가 분포하고 있는 문제점이 나타남을 알 수 있었다.

그러므로 보다 더 합리적이고 정확한 적지분석을 수행하기 위해서는 체계적인 공항적지분석기준이 수립되어야 할 것으로 사료된다.

또한 군사지역, 송전선로의 경우 군사보안사항으로 인해 데이터를 취득이 용이하지 않았고, 철새이동경로의 경우에는 정확한 조사가 이루어지지 않아 기존의 도면으로는 도형자료로서 이용할 수 없었으므로, 이러한 문제도 앞으로 개선되어야 할 사항으로 사료된다.

## 4. 결론

본 연구는 공항입지선정에 있어서 지형공간정보체계의 활용 방안에 관한 연구로서 여러 기본이론을 바탕으로 공항입지분석모형을 정립하고 실제대상지역에 적용하여 공항적지분석을 수행한 결과, 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, 공항입지선정에 있어서 지형공간정보체계의 활용방안을 제시할 수 있었으며, 광범위한 지역에 걸쳐 다양한 분석인자를 효과적으로 도입함으로써 기존의 공항입지분석의 한계를 극복하여 적지선정작업을 합리적이고 효율적으로 수행할 수 있었다.

둘째, 공항입지분석모형을 정립하는 과정에서 쌍체

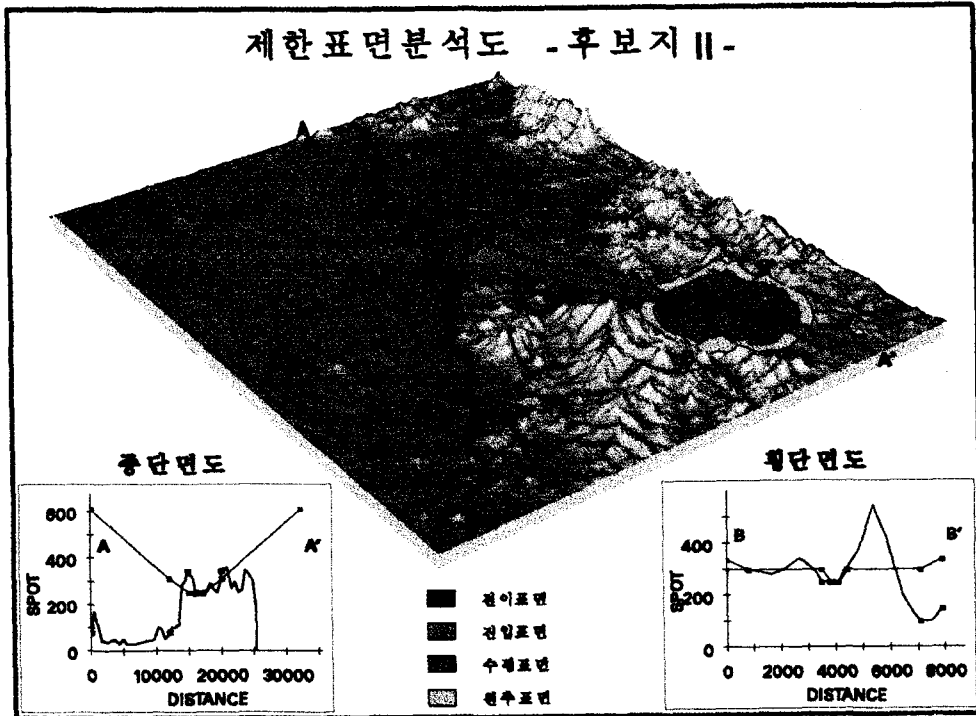


그림 35 제한표면분석도 -후보지 II-

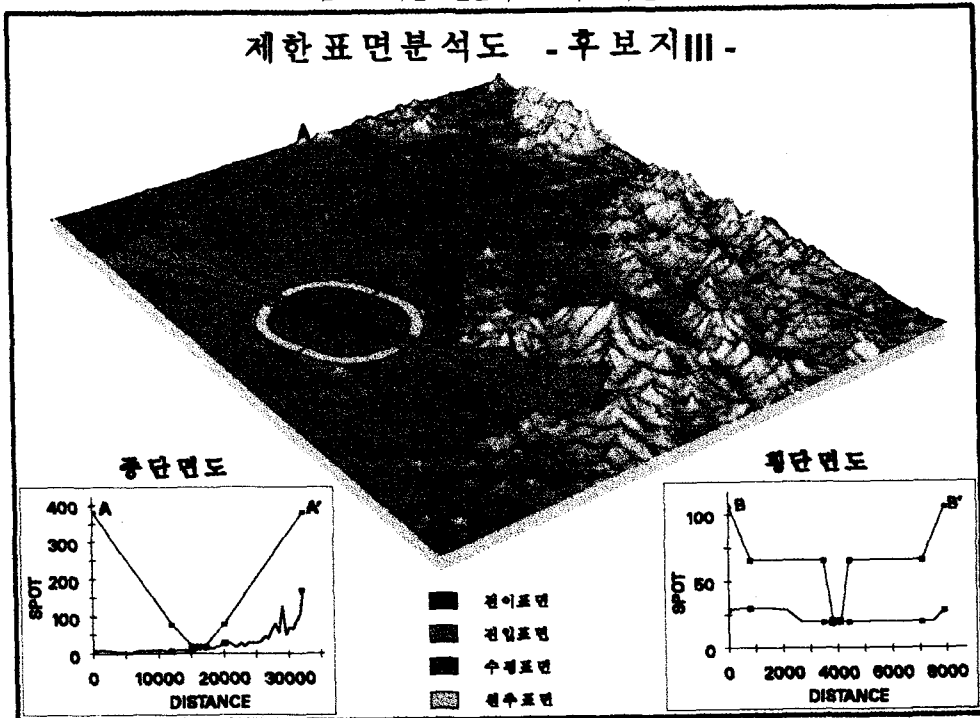


그림 36 제한표면분석도 -후보지 III-

비교방법과 델파이기법을 병행하여 분석인자들간의 우선순위와 자료의 등급 및 상대적인 경중률을 산정함으로써 분석결과의 객관성을 향상시킬 수 있었다.

끝으로 분석의 정확도와 신뢰성을 높이기 위해서는 추후에 공항입지분석기준에 대한 체계적인 이론정립이 필요할 것으로 사료되었다.

### 감사의 글

본 연구는 전북대학교 공업기술연구소의 지원에 의해 이루어 졌으며 이에 감사드립니다.

### 참 고 문 헌

1. 집문사 편집부, 토목공학편람, 1996, p1641-1646.
2. 이수갑, 군용비행장 입지선정에 관한 연구, 동국대학교 경영대학원 석사논문, 1988.
3. 교통부·서울지방항공청, 전북지역 공항건설 타당성조사 결과 보고서, 1991, p227-228.
4. 송효인, 공항개론, 동명사, 1984, p93-94, 123-123.
5. 우리나라 부정기 항공운송사업 발전방안, 1994, p38-41.
6. 동명사 편집부, 항공법 정리, 1995.
7. 임승빈, 조경학개론, 서울대학교 출판부, 1991, p256-266
8. 김선태, 환경시스템공학, 동화기술, 1995, p122-123
9. Wanglin Yan, Eihan Shimizu & Hideo Nakamura, "A Knowledge-Based Computer System For Zoning", Comput., Environ and Urban Systems, Vol. 15, 1991, p125-140
10. 한국수자원공사 수자원 연구소, GIS를 이용한 수자원 관리 및 계획에 관한 연구, 1993, p92-95
11. 기상청, 기상통계년보, 1985-1994