

## 군의 전술적 자료기반 구축에 관한 연구

### A Study on the Tactical Databases of the Army

유복모\* 서정헌\*\* 조홍석\*\*\*

Yeu, Bock-Mo Seo, Jeong-Heon Jo, Hong-Sug

#### 要 旨

현대전은 정보전쟁이라 일컫을 만큼 첨단무기를 운용하는 정보체계의 중요성이 부각되고 있다. 지형분석 기법은 전시에 매우 중요한 요소이기 때문에, 육군은 전산기에 기반을 둔 지형분석체계를 꾸준히 발달시켜 왔다.

본 논문에서는 여러가지 지형자료를 중첩시켜 분석한 야지기동분석도를 제시하였고 이러한 분석을 통해서 평시 작계임무 수행시 최적의 작전계획을 수립할 수 있는 지형정보의 자료기반구축 방법을 제시하였다.

#### ABSTRACT

Modern war is called as information war. So an Information Systems which operate hitech-weapon is evaluated important by the ARMY. As terrain analysis techniques are an essential element, computer-based terrain analysis techniques for the army are developed.

This paper studies the method of tactical terrain analysis data base construction and presents cross-country mobility after analysis officer analysis overlaid terrain data. Also, Terrain information data base construction method is presented through this analysis, which planned a suitable plan of operations in order to mission accomplishment in normal times.

#### 1. 서 론

걸프전에서 미국의 승리는 “하이테크”의 승리였다. 1천대에 이르는 전투기의 동시 출격이 가능한 공군조기경보기, 사막에서도 부대이동과 위치파악을 가능케 해준 항법체계, 패트리엇 미사일, 지형을 자동적으로 대조하며 원하는 목표를 찾아 공격하는 토마호크

미사일 등의 첨단무기가 승리의 원동력이 되었다.

즉, 무기체계보다 그 무기체계에 내장되거나 무기체계를 운영하는 정보체계의 승리라고 할 수 있다.

걸프전에서도 보았듯이 한 국가가 전쟁을 승리로 이끌기 위해서는 적에 대한 상세한 정보와 기상정보, 그리고 지형정보 등의 다양한 정보가 요구되며, 이 가운데 지형정보는 실제 전투 및 작전에 직접적인 영향

\* 연세대학교 공과대학 토목공학과 교수

\*\* 한미 연합군 사령부 지형분석실 실장

\*\*\* 연세대학교 토목공학과 석사과정

을 미치는 가장 기본적인 요소이다. 특히, 지형분석은 전장정보분석(Intelligence Preparation Battlefield ;IPB)의 한 분야로서 가장 기본적이고 핵심되는 요소이며, 작전운영에 있어서 중요한 요소이다.

지형분석은 군사작전에 있어서 중요한 역할을 수행한다. 평시에, 지형분석체계는 각 작전지역에 대한 광범위한 자료기반을 구축하고 예상되는 적 및 아군방책에 대해 미치는 영향에 관하여 분석하고 대책을 제안한다. 또한, 대부분의 전장기능의 실행과 계획을 지원한다.

지형을 구성하고 있는 각 요소들은 진지를 구축하고 경계에 임하고 있는 모든 부대의 은폐, 엄폐에 영향을 미치며, 지휘관이 작전형태 결정시 중요한 영향을 준다. 그러므로 지형평가 5개요소(관측과 사계, 은폐와 엄폐, 인공 및 천연장애물, 작전에 미치는 중요 지형지물, 적 또는 아군 접근로)에 의하여 지형이 부대의 이동, 사격 및 통신에 미치는 영향을 분석하여 투명도화하고 지형의 장, 단점을

평가 도출하여 전투역량을 최대로 발휘할 수 있도록 해야한다. 특히 중요지형지물과 지형변화에 관심을 두고 정확하게 분석하여야 한다. 5년전만 해도 지형분석은 주로 군사지도를 기초로 지형평가 5개 요소를 개념적으로만 고려하여 분석하여 왔으나, 현재에는 고성능 전산기 및 소프트웨어의 발달로 정량적인 지형분석을 하게 되었다.

현재 대부분의 국가는 이를위한 연구를 활발히 진행중이나, 아직도 그 이용면에서 수준이 매우 낮은 실정이다. 따라서, 본 연구는 육군에서 전술적으로 필요한 지형분석을 위해서 연구대상 지역에 대한 자료기반을 구축한 후 적용 예로서 작전시 유용하게 활용되는 작전지역의 기동로 분석과 가시선 분석, 은폐·엄폐도 분석을 하였다. 본 논문에서는 여러가지 지형자료(경사, 토질, 수목, 배수구조, 장애물, 수송)를 중첩하여 분석한 아지기동 분석도를 제시하였고 이러한 분석을 통해서 평시 작제임무 수행시 최적의 작전계획을 수립할 수 있는 지형정보의 자료구축 방법을 제시하였다.

## 2. 지형정보의 의미 및 지형분석방법

### 2.1 지형정보의 의미(Topographic Operation)

지형은 지구의 물리적 표면형태로서 자연 및 인공 지물의 기복, 위치, 속성을 의미하며 지형정보는 작전지역내의 각 지형요소를 군사적 측면의 중요성에 비추어 처리된 정보로서 정의할 수 있다.

지형정보체계는 광의적인 의미로 지형정보 자료기반을 생산, 관리하고 자료를 분석하는 소프트웨어, 하드웨어, 그리고 이들을 사용하여 분석하는 사람 및 조직의 유기적인 통합체라 정의할 수 있다. 협의적인 의미로는 자료기반, 사람 및 조직, 하드웨어를 제외한 소프트웨어의 집합이라 정의하기도 한다. 지형정보체계는 최종적으로 원하는 정보를 얻기위해 자료의 수집 및 분류, 입력, 관리, 처리, 출력의 5단계 운용과정을 수행한다.

지형정보체계를 문서화하는 가장 중요한 산출물 중의 하나가 지도로서 지형정보체계의 가장 핵심적인 입력 및 출력의 대상이다. 지도는 인간이 문자와 도형을 인지하면서 부터 인간생활의 중요한 부분을 차지하여 왔다. 이러한 지도는 측량기술의 발달과 함께 그 정확도에 있어서는 놀라운 발전을 해 왔지만, 지도정보의 저장 및 표현수단은 인쇄물의 형태로 제한되어 왔다.

전산기가 발전함에 따라 지형정보체계도 급속히 발전하였으며, 보다 많은 정보를 수록할 수 있게 되었고, 같은 시간에 더 빠르게 자료를 처리하여 문자뿐만 아니라 선명한 도형이나 영상사진으로 까지 표현할 수 있게 되었다.

현대사회에서는 지형정보를 많은 분야의 의사결정 수단으로 활용하고 있으며, 특히, 국방분야에서의 그 중요성은 대단히 높다. 지형정보체계의 중요성을 4가지 측면에서 강조하면 다음과 같다.

첫째, 정보의 3요소중 하나로서 효율적인 군사력 운영에 필수적 요소이다.

둘째, 모든 전장기능에 기본적으로 활용된다.

셋째, 민간분야에서도 정책결정에 지형정보가 기본적으로 활용되어야 한다.

네째, 기술적 가치측면에서 다양한 첨단기술이 요구되는 분야이다.

## 2.2 지형분석(Terrain Analysis)의 목적 및 과정

### 2.2.1 지형분석의 목적

지형을 분석하는 목적은 예상작전지역 내에서 피/아간의 이동, 지휘 및 통제, 부대의 기동, 화력의 효율성 등이 지형의 영향을 받아 야기되는 불확실성을 감소시키고, 자연 및 인공장애물이 군사작전에 미치는 영향을 분석하여 지휘관으로 하여금 부대를 통솔하여 임무를 수행하는데 있어서 올바른 결심을 할 수 있도록 지형자료를 제공하는데 있다.

지형은 병력배치, 장비운용, 화생방전, 전자장비 및 기타 제반 전투력에 미치는 영향이 크기 때문에 이를 분석하여 사전에 준비하는 것이다. 특히, 현대 무기의 치명성으로 인하여 광범위한 지역에 대량살상을 요구하게 되고 속전속결과 많은 기동을 요구하는 관계로 전장을 예측하기란 더욱더 어려워지고 있다. 이러한 예측불허의 전장에서는 모든 상황에 적용될 수 있는 자료를 사전에 미리 준비해 놓아야만 한다. 과거에도 관념적인 측면에서의 지형분석이 있었던 것은 사실이나 현대전의 특성상 지형정보에 대한 정량분석의 필요성이 더욱더 증가되고 있다.

### 2.2.2 지형분석의 과정

지형분석의 과정은 각종 지형분석자료를 수집하고 지형이 작전에 미치는 영향을 분석하기위한 것으로 지형분석 지도와 투명도를 주로 사용하며 다음과 같은 과정으로 진행된다.

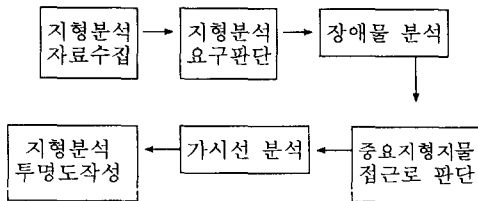


그림 1 지형분석과정

그림 1에서와 같이 지형분석 자료수집단계는 먼저 군사용 지도로 부터 시작되며 관심지역에 대한 항공사진, 최근 노획된 적 첩보자료, 현지 지형 정찰, 지형

분석지도 및 지형연구 등으로서 가용한 모든 자료를 지형평가요소 별로 구분한다. 지형분석 자료가 표준지도와의 차이점은 표준지도에는 전술지휘관 및 참모가 필요로 하는 모든 자료가 수록되어 있지 않다. 예를 들면 교량의 정확한 위치는 표시되어 있고 교량재원을 알수가 없으며 삼림지대로 구분할 수는 있으나 은폐제공가능 여부를 알 수 있는 수종이나 밀도는 알 수가 없다.

이와 같은 모든 요소들은 군사작전에 지대한 영향을 미치는 중요한 자료로서 지형분석은 이들 자료를 종합분석하여 지휘관에게 제공한다. 이를 도표화 하면 다음과 같다.

표 1. 지형평가요소별 지형자료와의 관계

지형요 지형요소	지형자료	지표면형태	토양 특성	수목 상태	경사	시가지	배수 구조	도로 철도	장애물
관측 과거	○			○	○	○			
은폐 와 폐	○	○	○	○	○				
장애물	○	○	○	○	○		○		○
중요 지형지물	○				○	○	○	○	○
접근로	○	○	○	○	○	○	○	○	○

지형분석 요구판단 단계에서는 작전의 형태와 작전부대의 규모 그리고 전장을 구성하는 각 기능별로 직접 요구되는 분석소요를 받거나 또는 예상되는 소요를 판단하여 소요형태별로 필요한 자료를 재 정리/조합하고 최종분석 투명도의 형태를 결정하는 과정으로서 이는 지형분석의 기술적 측면보다는 전략, 작전술, 전술에 대한 깊은 식견과 해당작전에 대한 정확한 이해가 강조되는 부분으로서 결국 지휘관 또는 여타 참모에게 필요할 것으로 예상되는 지형정보를 보유하고 있는 첩보로 부터 어떻게, 어떤 형태로 제공할 것

인가를 결정하는 단계이다.

장애물 종합분석 단계에서는 하천, 험준한 경사, 밀집된 수림, 자연제방 등의 자연장애물과 철조망, 낙석, 용치, 지뢰지대 등의 인공장애물로 분류한다. 장애물은 인공장애물을 이용하여 천연장애물을 보강하는 개념으로 설치되기 때문에 이에 대한 면밀한 분석은 곧 피/아간의 기동과 작전속도 결정에 필수적인 과정인 이다.

중요지형지물 및 접근로 판단 단계에서는 각 지형지물들을 나열하고 이 지형지물이 작전에 미치는 영향을 분석하여 작전에 지대한 영향을 미칠 수 있는 목표를 사전에 판단하므로써 이에 대한 적절한 대책이 사전에 수립될 수 있도록 제공되어야 한다.

이와 같이 장애물에 대한 종합판단과 중요지형지물이 결정되면 피/아간의 접근로를 결정할 수 있고 이 과정중에서 부대의 규모와 작전의 형태에 따른 접근로 선정이 이루어져야 하며 이는 역시 군사적 지식을 바탕으로 가능한 과정이다.

가시선 분석이란 직사각형으로 사격이 가능한 지역, 통신장비의 운영이 가능한 지역, 육안관측이 가능한 지역 등을 분석하는 것을 말한다. 예를 들면 아군에게는 잘 들리며 적에게는 들리지 않는 통신중계소 위치 선정이라든가 전진하는 아군에게 적의 화기로서 사격 가능한 지역분석 등이 이에 해당하며 이는 분석 과정중에서 분석 대상장비에 대한 성능과 군사적 식견을 기초로 하여 결과를 만들수 있다. 현 과정까지 분석하게 되면 지형이 작전에 미치는 영향에 대하여 지형평가 요소별, 작전의 형태 및 규모별, 전장 기능별로 정보를 제공해 줄 수 있게되며 이 모든 과정에서 주요한 지식은 군사적인 식견으로서 작전에 투입되는 장비 성능은 물론 지휘관의 의도와 가용시간 등에 대한 충분한 이해가 선행되어야 가능 하다.

지금까지의 모든 과정이 분석/판단 과정이라고 한다면 지형분석 투명도 작성 단계는 생산 과정이라고 할 수 있으며 전문적인 공학 기술이 가장 필요로 하는 단계이다. 주로 본과정에서는 전산기를 이용한 작업이 주를 이루며 분석된 모든 결과를 군사지도와 같은 축적의 투명도로 제작하여 제공하므로써 사용자가 군사지도 위에서 이를 사용할 수 있도록 제작하는 것이다.

이와같은 일련의 과정은 단계별로만 이루어지는 것이 아니라 복합적이며 순환적으로 이루어지는 과정으로서 계속적인 지형정보의 추가와 정리가 사실상 지형정보 제공에 있어서 가장 어렵고 중요한 과제이다.

## 2.3 지형분석 투명도의 종류

현재까지 육군의 지형 분석은 주로 군사지도를 기초로 지형평가 5개 요소에 의한 분석을 하여 왔다. 그러나 전장 정보 분석시 작전의 형태에 따라서 요구되는 지형 정보의 요구 형태가 달라질 수 있을 뿐만 아니라 전장을 구성하는 각 기능 요소별로도 다른 형태의 지형정보를 요구하게 되었다. 이에 따라 대표적인 지형 분석 투명도는 야지기동성 분석도, 병참선 투명도, 엄폐도, 은폐도, 가시선 분석도 등 5가지만을 다루고자 한다.

### 2.3.1 야지기동성(Cross Country Movement) 분석도

야기 기동성 분석도 (CCM; CROSS COUNTRY MOVEMENT)는 기동 장비의 성능을 기준으로 하여 해당 장비의 야지기동 가능 여부, 기동의 용이성 정도, 지면 및 제한을 주는 장애물의 위치와 제원, 건물지역 등을 수록한 지도로서 전산기를 이용할 경우 세부적인 예상 기동 시간표를 작성할 수 있으며 부대의 기동 공간, 애로지역 및 부대가 기동중 분리되어야 하는 구간 등을 찾을 수 있다. 이것을 계산하는데는 토질 특성, 습윤 상태, 수목의 분포 및 밀도, 배수 구조도와 경사도 장애물 등의 자료들이 필요하다. 위와 같은 6개 자료를 중첩시켜 분석한 K-1 전차와 K 200전차의 야지기동성 분석은 그림 2, 그림 3에 나타나 있다.

### 2.3.2 병참선 분석도

병참선 분석도는 도로, 철로의 상태 및 분포를 통하여 부대의 이동, 물자 수송 등에 영향을 미치는 주요한 보급로의 세부 제원이 수록된 투명도로써 전산기를 이용하면 최단시간 도달가능 병참선, 최대 물자수송 가능 병참선 등을 찾아 낼 수 있다. 또한, 다수의 전투부대에 게 흩어져 있는 병참부대로 부터 최단시간내에 보급을 완료할 수 있는 병참선별 부대 할당도 가능하여 진다.

2.3.3 은폐도(Concealment)

은폐도는 공중 관측으로부터의 은폐 정도를 하계와 동계로 구분하여 판단한 투명도로서 이는 공중으로부터의 은폐뿐만 아니라 공중 기동 부대에 대한 지상으로부터의 은폐 역시 적용이 가능하다. 은폐도는 주로 식생의 수트 종과 계절의 영향을 주로 받으며 시간의 변화에 따라 가장 영향을 많이 받고 또 가장 많이 변하는 지형자료이다. 하계시의 은폐도와 동계시의 은폐도는 그림 4, 그림 5에 나타나 있다.

2.3.4 엄폐도(Cover)

엄폐도는 직사각기로 부터 엄폐 정도를 토질의 거칠기 계수, 지세 및 식물 생태 등을 기초로 하여 등급 별로 표시한 투명도로서 화기의 사격 효과 판단 및 사계 분석시 사용되며 경우에 따라서는 작전의 형태를 결정하는데 중요한 요소가 될 수도 있다. 그림 6은 대상지역의 엄폐도를 나타낸 경우이다.

2.3.5 가시선 분석도(Line of Sight)

가시선 분석도는 사계의 분석, 무선 통신 중계소의 위치 판단, 비통신 전자장비 영향 평가 등이 이 범주에 포함되며 이는 모두 지형의 고저에 따른 원인으로 발생 가능한 요소들을 분석하는 것으로서 직선의 성격을 갖는 전장 구성 요소들이 이에 해당한다. 각 기능 요소들의 도달가능 여부를 판단하는 투명도로서 예를 들면 관측소로서 최적의 위치판단, 적 화기 은거 예상지역, 최적 방어진지 편성 등의 분석이 가능하다. 아울러 피/아 화력의 중첩도에 따른 부대 배치의 조정 등은 제한된 유형의 전투력을 국지적으로 집중하여 상대적으로 강한 전투력을 발휘하게 할 수도 있다. 가시선 분석의 출력은 그림 7,8,9에 나타나 있다.

3. 전술적 지형분석 자료기반  
(Tactical Terrain Analysis DataBase)

앞에서 이미 언급했듯이 기본적으로 모든 지형자료의 출발점은 군사 표준지도로 부터 시작되고, 군사지도로 부터 지면의 형태, 지세, 고저, 지형지물의 위치 등을 판단하여 계략적인 작전 지역의 특징을 판단할

수 있다. 이 외에도 지질도, 식물 생태도, 도로 및 철도 현황, 장애물 현황 등이 추가적으로 확보되어야 한다. 각 자료별로 포함하고 있어야 하는 요소들을 정리해 보면 표 2 와 같다.

표 2 자료형태별 포함사항

자료 형태	포 함 내 용
토양특성 (지질도)	토양의 종류, 토양분포, 토양특성 (습할시, 건조시, 동결시)
수목상태 (식물생태도)	식물의 종류(침엽수, 활엽수, 혼합림, 기타) 직경과 높이, 조밀도, 기타
경사/ 경사도 분포	경사 %별 분포지역, 경사방향, 절벽 및 평야지
배수구조 및 특성	하천의 폭, 수심, 유속 하천의 상태, 제방높이 경사 도하 및 도습가능 여부 침수 및 범람지역 판단
도로/철도/ 항만/비행장	도로, 철도, 비행장, 교량, 터널의 위치 및 대상별 세부 제원(포장, 폭, 곡선 반경, 통과하중, 여격)
장애물 및 시가도	인공/천연 장애물 및 각종제원 유류시설, 발전소 등

본 논문에서는 은폐, 엄폐, 가시선 분석, 야지기동 분석을 하기위한 자료기반을 구축하였으며 각 지역의 속성자료에 관한 자료기반을 구축하였다. 본 논문에서 이러한 자료기반을 전술적 지형분석자료기반이라 한다. 전술적 지형분석자료기반(Tactical Terrain Analysis Database : TTADB)은 군사목적용으로 분류된 지형정보로 이루어진 자료기반이다.

TTADB는 전술적인 군사적 중요성을 가진 자연적이고 인공적인 것들에 대한 특성으로 제한되어 있다. 이들 특성은 경사도, 수목, 토질, 배수로, 수송과 장애물들을 포함하는 6가지 지형요소들로 이루어진 자료기반에 설명되어 있다. 이들 6개요소에 대한 목적별 가중치를 적용하고 이를 중첩시키면 지형분석 요구에 따른 분석도를 작성할 수 있게 된다.

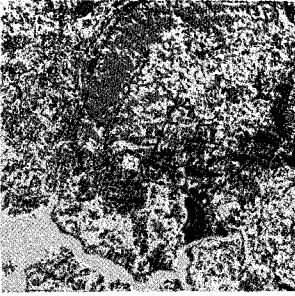


그림 2 야지기동 분석도(K-1)

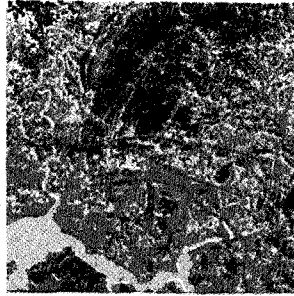


그림 6 은폐도

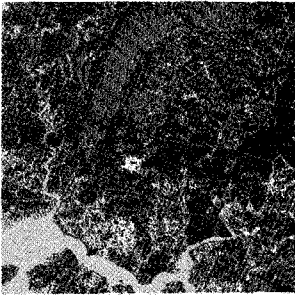


그림 3 야지기동 분석도(K-200)

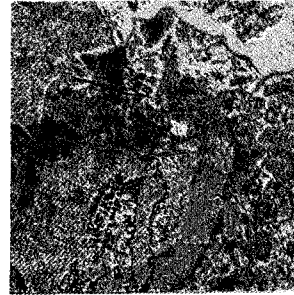


그림 7 가시선 분석(점-면적)

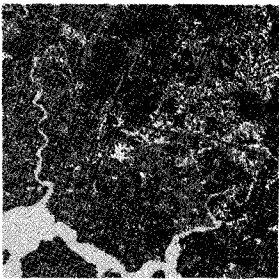


그림 4 은폐도 (하계시)



그림 8 가시선 분석(선-면적)

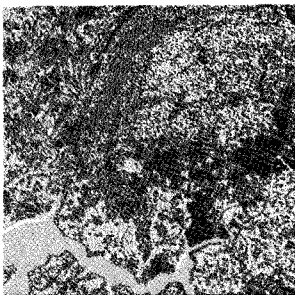


그림 5 은폐도 (동계시)

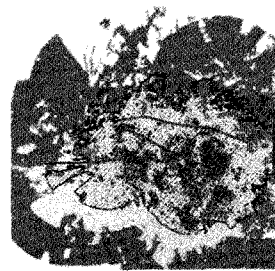


그림 9 가시선 분석(면적-면적)

3.1 자료기반 구조

(Topographic Database Layer)

3.1.1 토질(Surface Material)

토질의 취급은 토양과 지형 군사작전을 위한 현존하고 예견되는 자료 요구사항에 중요하다고 확정된 변수에 제한되어 있다.

본 연구에서 이용되는 토질은 토양과 노출된 공백(바위), 만년설 지대, 물, 그리고 평가화된 지역등을 포함하는 많은 물질들로 구성되어 있다. 단일화된 토양분류체계는 토양 알갱이의 크기, 성형력 그리고 포함된 유기물질에 근거하여 토양을 15가지로 분류한다. 또한 지표평평도를 만드는데 지표평평도는 지표특성에 따라 둔화되는 기동장비의 움직임의 비율을 계산하기 위해 사용된다. 지표 평평도는 사진분석, 지상사진, 글로 서술된 정보 또는 정보를 제공하는 어느 다른 근거에 입각해서 산출된다. 이들 지형물만을 열거함으로써 각 작업에 맞게 고쳐야 한다. 지표평평도는 차량속도를 저하시키는 토질의 특성이다. 지표평평도의 요소는 0.05씩 증가하는 0.00부터 1.00사이의 값이다. 야지기동모형에서 이들요소들은 승수이다. 따라서 어떤 차량에 대해 지표평평도가 1인것은 아무런 속도저하도 나타나지 않는 것에 반해 0.80은 20%가량 차량 속도의 저하를 가져온다. 각 요소의 크기를 산출하는데 있어서 지형물의 모든 물리적 특성을 고려해야 하고 지상 장애물이나 바위크기 같은 차량의 특성도 고려해야 한다.

TTADB에서 차량은 중간과 큰 탱크, 크고 바퀴가 달린 차량, 바퀴가 달린 작은 차량, 궤도가 있는 작은 차량의 4가지 종류로 분류한다.

지표평평도는 3숫자 지도단위 코드의 3번째 숫자로 토질중첩에 코드화 된다. 자세한 설명은 표 5와 같다.

토질의 심도는 모야진 자료를 해석함으로써 결정한다. 이 자료해석은 현장에가서 측정된 것과 같이 구체적일 수도 있고 항공사진을 분석함으로써 얻어진 것과 같이 개략적 일 수 있다. 또한, 교통능력에 영향을 주는 토양의 습윤상태를 사전에 결정해야 한다.

표 4. 토양 유형

지도단위	설 명
GW	고품위 자갈, 자갈 모래 혼합
GP	저품위 자갈, 자갈 모래 혼합
GM	침전자갈, 자갈 모래 침전물 혼합
GC	자갈 모래 진흙 혼합
SW	고 품위 모래, 자갈성 모래
SP	저 품위 모래, 자갈성 모래
SM	침전모래, 모래와 침전물 혼합
SC	진흙 모래, 모래 진흙 혼합
ML	무기 침전물과 미세한 모래, 저성형성의 침전모래, 진흙
CL	저, 중 성형성의 무기 진흙, 자갈성, 모래성, 침전성의 진흙
OL	유기 침전물과 저 성형성의 유기 침전 진흙
MH	비 유기성 침전물, 운모함유한 침전 토양, 탄력성있는 침전 물
CH	고 성형성의 무기 진흙, 지방성 진흙
OH	저, 중 성형성의 유기 진흙, 유기 침전물
PT	이탄과 다른 고 유기성 토양
RK	바위지역
EV	염전지
X	비 평가지
PS	만년설 지대
W	수지

표 5 지도단위 코드

코 드	설 명
0	자 료 없 음
1	지표평평 효과없음
2	사태가 날 가능성이 높은 지역
3	자갈이 많은 지역
4	수 많은 암백지역
5	돌 산
6	대 지

3.1.2 수목상태(Vegetation)

식생은 TTADB의 수목증첩의 제작에 대한 기본방향을 나타낸다. 수목지형물은 부대, 차량 또는 무인 지상 감시장치를 은폐시키거나 엄폐시키기 위한 것이나 야지형단작전시 장애물로 나타나는것, 특별한 지형물로 나타나는것을 의미한다.

수목유형은 아래와 같이 문자와 숫자의 조합 또는 문자로서 코드화 되고 코드별 속성이 부여되게 된다.

수목의 편평도(Vegetation Roughness Factors)는 수평위치의 특정한 유형의 수목을 통해 차량이 통과할때 차량속도의 감속도를 반영하는 추정 숫자치이다. 편평도가 1에서 0으로 감에 따라 움직임에 더욱 어려움을 겪게 된다. 예를 들면 통과하기 어렵지 않은 토지는 편평도가 1에서 0.9 사이의 값을 갖게되나 통과하기가 불가능한 늪지는 0.1정도의 편평도 값을 갖게 된다. 표시된 편평도는 수목의 조밀도 반경, 수목의 성장습관, 뿌리노출 등이 고려대상이 된다.

본 연구에서 이루어진 자료기반은 두개의 중첩으로 이루어 진다. 그것은 수목 유형과 수목의 덮혀있는 정도에 관한 자료층과 수목의 높이와 편평도에 관한 자료층의 중첩으로 구성하였다.

또한, 다른 수목이나 표적이 될 만한 지형물이 군작전상 중요성을 갖는다. 몇몇 지형학상의 특징에서는 독립수나 작은 나무들의 집단, 골포크스, 공동묘지 같은 지형물들도 중요할 수 있다. 이들이나 또 유사한 지형물의 설명은 각 지형물에 고유한 부호를 지정하기위해 부호체계나 범례를 추가해야 한다.

또한 고려해야할 최소 지역 범위는 한면이 5mm (250M 지상거리)이상인 정사각형 또는 한면이 5mm 이상이고 긴쪽이 20mm(1000M 지상거리)이상인 사각형이다. 모든 수목 지형물은 제한이 코드화된 내에서 호수나 섬도 포함한다.

3.1.3 배수구조(Surface drainage)

배수구조에서는 기동로 분석을 하기위한 한 요소로서 포함되어야할 자료들은 해안 선, 근해섬, 호수, 연못, 저수지, 개울, 운하, 도랑 등이다. 배수 지형물은 다음과 같은 두단계에 의해 편집된다. 첫번째 단계는 지정된 지형물을 자료기반에 입력된 중첩위에 그리는

표 6. 수목군범례

지도 단위 코드	유 형	편 평 도
A1	농작물(건생)	1.00
A2	농작물(습생)	1.00
A3	계단식 농경지	1.00
A4	농경지(이동 경작)	0.90
B1	수풀지(5m 이상, 보통 조밀지역까지)	0.90
B2	수풀지(5m 이상, 보통 조밀지에서 밀집지까지)	0.80
C	침엽수/상록수 지대	0.00
D	낙엽수림	0.00
E	혼합수림(침엽수/낙엽수)	0.00
F	과수원/농장지(고무, 야자, 과일 등)	0.00
G1	목초지, 목장, 초원	1.00
G2	간간히 나무가 있는 덩불이 있는 초지	0.90
H	개간지(수목제거 지역, 태운지역 등)	0.50
I	늪 지대(홍수림, 노송림 등)	0.20
J	초지(늪 지대의 일종)	1.00
K	습지	1.00
L	포도밭/홉	0.70
M	대나무	0.20
N	황무지	1.00
W	야수지	0.00
X	개간지역	0.00



것이다. 이들 지형지물은 다음 자료기반 중첩에 공통적으로 그려진다. 두번째 단계는 초기 중첩에 모든 남아있는 필수지형물을첨가하는것이다

표 7 수목의 은폐율

지도단위코드	은폐율(%)
1	0-25
2	25-50
3	50-75
4	75-100

표 8 수목의 크기

지도단위코드	크기(M)
1	0-2
2	2-5
3	5-10
4	10-15
5	15-20
6	20-25
7	25-30
8	30-35
9	>35

### 3.14 경사도(Slope)

경사도를 분석하기 위해서 수치지형고도자료(Digital Terrain Elevation Data ; DTED)로 부터 각각의 지역의 경사도를 추출해 낼 수 있다.

경사는 TTADB를 위한 지표 형상의 제작에 필요한 기본방향을 나타낸다. 이 경사에 나타난 정보는 퍼센트 경사로 표시하고 경사도는 다음과 같이 정의한다.

- ① (자연적이거나 인공적인 경사면) 땅이 수평평면과 이루고 있는 각도
- ② 수평면에서 편향된 각도나 범위.

비록 주어진 점에서 무한수의 경사값이 있지만 전술적인 군사작전을 위해서 최대경사도가 가장 중요한 한계값이다. 부대의 이동에 영향을 미치는 것에 관하여 상세기록 정보는 자료기반 속성에 지표 표면거칠기 요인까지를 포함하고 있다.

경사 퍼센트 종류는 0~3%, 3~10%, 10~20%, 20~30%, 30~45%, 45%이상으로 구분한다.

표9 표면배수구조에관한 심벌

심 불	특 징
.....	운하, 수로화된 하천, 배수도랑 ≤ 4.5 m
	하구폭 ≤ 4.5 m
	4.5 m < 하구 또는 운하 폭 ≤ 18 m
	하구 또는 운하 폭 > 18 m
	도로의 도하점
	천수로 분류 변화점
	댐높이 < 5 m
	댐높이 ≥ 5 m A: 길이(m) B: 폭 C: 높이 D: 구조재료 → C: 콘크리트 S: 돌과 흙 E: 흙 X: 기타
	수 문 A: 길이 B: 폭

표 11 지도상 부호표시

3.1.5 자연/인공 장애물(Obstacle)

장애물은 야지기동 작전을 수립하기 위한 가장 기본적인 요소로서 자연 또는 인공의 선형 지형물에 제한되어 있다. 나타낼 선형 지형물의 최소 크기는 높이 1.5M 이상 길이 250M(지도상 5mm)이상이다.

야지횡단 작전 견제상 중요 지역일때 장애물에 윤곽을 그려 나타낸다. 조밀한 숲지역이나 45% 경사도 이상의 가파른 경사도 또는 하구폭보다 작은 폭의 장애물들은 나타내지 않는다.

함몰지는 지역특성을 나타낸다. 예를 들면 채석장, 패인 땅 등이다. 지역 특성물은 가장 긴 길이나 축이 측정되고 최소길이가 250 M가 되어야 한다. 이들은 지역 특성물로 축소되어 표시될지라도 선형장애물로 간주한다. 장애물의 종류에는 절벽, 배수로, 제방, 운하 등의 자연 장애물과 부대의 기동로를 방해하는 인공장애물, 즉 낙석, 지뢰지대, 용치 등으로 대별할 수 있다.

표 10 경사범례

지도단위코드	경사(%)
A	0-3
B	3-10
C	10-20
D	20-30
E	30-45
F	> 45

숫자	설 명	코드
1	자료없음	0
	하 천	1
	연속된 하천	2
	조류의 영향을 받는 하천	3
	운하,수로화된 운하,관개운하,배수도랑	4
2	골짜기 심한 수로	5
	뚝에서 뚝까지의 거리(X) 자료없음	0
	$X \leq 4.5$	1
	$4.5 < X \leq 18$	2
	$18 < X \leq 50$	3
	$50 < X \leq 100$	4
3	$100 < X \leq 142$	5
	$X > 142$	6
	바닥상태 자료없음	0
	점토와 실트	1
	실트질 모래	2
	자 갈	3
	막 자 갈	4
바 위	5	
4	암 상	6
	포장도로	7
	우측 제방높이(M) : A 자료없음	0
	$A \leq 0.5$	1
5	$0.5 < A \leq 1.0$	2
	$1.0 < A \leq 5.0$	3
	$5.0 < A$	4
	좌측 제방높이(M) : B 자료없음	0
6	$B \leq 0.5$	1
	$0.5 < B \leq 1.0$	2
	$1.0 < B \leq 5.0$	3
	$5.0 < B$	4
7	우측 제방경사(%) : C 자료없음	0
	$C \leq 30$	1
	$30 < C \leq 45$	2
	$45 < C \leq 60$	3
8	$60 < C$	4
	좌측 제방경사(%) : D 자료없음	0
	$D \leq 30$	1
	$30 < D \leq 45$	2
9	$45 < D \leq 60$	3
	$60 < D$	4
	평균 유속(m/sec) : E 자료없음	0
9	$E \leq 2.5$	1
	$E > 2.5$	2
	평균수심(M) : F 자료없음	0
9	$F \leq 0.8$	1
	$0.8 < F \leq 1.6$	2
	$1.6 < F \leq 2.4$	3
	$2.4 < F$	4

표 12 장애물에 관한 심벌

심벌	특징
	도로, 철도 절토
	도로, 철도 성토
	급경사 (절벽)
	함물지
	울타리, 벽
	관목
	제방
	교통로

진이나 최신정보에 의해 얻어진 것이라 측정되고 확인된 모든 노정상의 교량은 자료기반에 포함되어 있다. 길이가 100M 미만인 교량은 점 특성으로 나타나고 100M 이상인 교량은 점검표시에 의해 부호화된다. 철도교량은 교량길기와 상가여격 길이의 두가지 특징을 알아야 한다. 규격, 궤도, 전기철도, 분해철도, 철도지대로 나누며 공항은 길이, 폭, 포장, 방향을 자료기반에 표기한다.

표 13 수송에 관한 심벌

심벌	특징
	전천후 양방향 고속도로
	전천후 포장도로
	전천후 비포장도로
	양호한 기상상태의 비포장도로
	우·마차 길
	도로 폭
	교량자료 (도로) A:상가여격 B:군통과 하중분류 C:도로 폭 D:길이 E:2 km 거리내의 통과 가능 여부 → F:양호 D:불량 Z:불가능 F: 교량 급수
	터널 자료 A:높이 B:폭 C:길이

3.16 수송(도로/철도/교량)

수송은 군 작전시 부대와 군수품이 움직일 수 있는 도로, 교량, 터널, 나룻터, 철로 등으로 구성되어 있다. 위와 같은 수송로는 포장도로와 비포장도로로 구분할 수 있으며 각각의 제원에 관한 자료기반이 구축되어야 작전에 미치는 영향을 쉽게 판단할 수 있다.

도로는 1:50,000 축척 지형지도에 나타난 것에 일반적으로 전천후 포장왕복/분할고속도로, 전천후 포장고속도로, 전천후 비포장도로, 갠 날씨 비포장도로, 단선도로의 다섯가지로 분류된다. 표시된 도로의 수는 도로망의 밀도와 도로의 유형에 관계된다. 또한, 항공사

	좁아진 도로
	경사로
	급커브
	교량의 길이·높이 (철도) A:상가여격 B:길이 C : 교량 아래높이
	활주로 A:길이 B:폭 C:포장상태 → P:포장 U:비포장
	도하장
	단선, 정상

표 13 지형평가 5개요소의 지형분석 예

지형평가 5개 요소	지형정보의 요소	지형분석의 예
관측 및 사계	-식생 (하절기, 동절기) -경사 -도시지역 -전장환경이 지형에 미치는 영향	-직사화기 및 레이더에 대한 송수신이 가능한 수평거리 판단 -지상 감시를 위해 적절한 병력배치 위치판단
은폐 및 폐업	-식생 (하절기, 동절기) -경사 -장애물 (기복) -도시지역 -전장환경이 지형에 미치는 영향	-직사화기 및 곡사화기로부터 엄폐가능 여부(양호/보통/불량으로 구분) -수평과 수직관측으로부터 은폐 가능 여부(양호/보통/불량으로 구분)
장애물	-식생 (하절기, 동절기) -경사 -배수특성 -자연/인공장애물 -토질표면상태 (습윤/건조) -기복 -도시지역	-작전지역에 있는 자연 장애물과 인공장애물의 위치판단 -차륜차량이나 케도차량의 기동가능성 여부 판단(기동 양호/ 기동 보통/ 기동불가로 판단)
중요 지형지물	-도시지역 -통신선 -경사 -배수특성	-중요지형지물의 위치판단. 예를 들면 경사지역, 교량, 고지대, 중요 군사 시설물
접근로	-식생 (하절기, 동절기) -도시지역 -경사 -배수특성 -통신선	-피/아간의 접근로 위치확인 -기동시간 예측 -착륙지역 확인 -착륙해안 확인 -강하지역 확인

### 3.2 자료기반구축 방향

군의 지형분석의 정확성은 한 지역에 대해서 어떤 자료층으로 구성하여 중첩을 시키느냐에 달려있다. 현재 육군은 지형평가 5개 요소에 대한 자료기반 구축에 중점을 두고 자료기반을 구축하고 있다. 5개 지형평가 요소에 대한 세부사항은 다음 표 13과 같다.

위 표에서 본 지형평가 5개 요소를 도출하기 위해 앞에서 6개의 자료층을 자료기반화시켜 지형분석하는 방법을 제시하였다. 그러나, 앞에서 언급한 자료층 즉, 경사, 식생, 토질, 배수, 수송 및 장애물의 자료층은 관측과 사계, 장애물, 접근로, 은폐·엄폐의 분석을 하기위한 자료층이다. 따라서, 앞으로 연구는 중요지형지물을 평가하기 위해서는 어떤 요소들이 필요하고, 어떤 지형지물이 작전에 있어서 중요지형지물인지를 종합적으로 분석할 수 있는 지형분석을 해야한다.

### 4. 결론 및 발전방향

본 논문에서는 육군의 전술적 지형정보의 개략적인 구축방법 및 6개 자료층을 중첩시킴으로써 자료기반을 구축하여 작전에 유용하게 사용되는 기동분석, 가시선 분석에 관한 응용 프로그램을 개발하였으며 이를 전술적지형분석 업무에 적용시킨 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 평시에 각종 지형자료를 자료기반내에 저장함으로써 작전지역내 자료의 수집, 처리, 관리에 소요되는 시간을 절약할 수 있다.

둘째, 6개 자료층을 중첩시켜 작전 지역에 대한

가시선분석과 기동분석을 엄밀히 분석함으로써 지휘관의 작전수립을 원활히 하는 의사결정지원수단으로 유용하다.

세째, 작전지역내의 모든 지형에 대한 기본자료 및 평가자료를 제공할 수 있기 때문에 지휘관 및 참모에게 작전지역에 대한 전술을 발전시킬 수 있다.

앞으로 군의 지형정보를 발전시키기 위해서는 다음과 같은 사항을 제시하고자 한다.

첫째, 소형 전산기 체계상에서 처리할 수 있는 자료의 구조와 프로그램을 개발해야 한다. 지형 분석을 위한 전산기 체계의 가격은 놀라울 정도로 하락하고 있으나 군의 특성상 예산이 가능 하더라도 고기능의 전산기 및 주변 장비는 운용상 많은 문제점을 내포하므로 소규모 전산체계 상에서 처리 할 수 있는 자료의 구조와 프로그램 개발이 이루어져야 한다.

둘째, 군과 연구소, 학계와 공동으로 연구하고 토론하는 역할을 할 수 있는 석·박사급의 전문인력 양성이다. 전문인력의 양성을 통해서 전반적인 인식의 확산이 이루어져야 한다.

세째, 평시에 남,북한지역에 대한 지형정보의 전술적 자료기반구축을 완료해야 한다. 전쟁을 승리로 이끌기 위한 3개 요소 즉, 유/무형 전투력, 시간과 기상, 지형공간 중에서 가장 변화가 적고 시효가 오래가는 정보는 지형 공간에 관한 것으로서 평시에 충분히 준비해둔다면 전시에는 변경 없이 사용 할 수 있는 중요한 자료가 되는 것이다. 이는 지형 정보가 갖는 방

대한 자료와 이를 처리하는 시간의 제한등으로 인하여 작전의 속도를 따라가지 못하기 때문에 전술적 자료기반 구축은 평시에 모든 경우를 예상하여 준비되어 있어야 하는 것이다.

## 참고문헌

1. 유복모, 지형공간정보체계, 동명사, 1993, pp. 1-25.
2. 손영환, "수치 지형자료를 활용한 레이다 시제도 작성에 관한 연구", 국방논집, 제10호, 1990년 7월.
3. 이길섭, 임춘택, 백용기, "컴퓨터를 이용한 지형분석 체계", 육군사관학교 화랑연구논문집, 1992.7, pp.92
4. 한국국방연구원, TACCIM 사업, 전산센터 - 지휘 통제통신실, 1991년 3월.
5. L.A.Staub, " A Knowledge-Based Tactical Decision Support System Intergration Terrain and Weather Data", DMA, 1992, pp124-126.
6. "Terrain Analysis", 미육군 교범, FM 5-33, 1990.6, pp 3-5 ~ 4-2.
7. 서울대학교 보건대학원 국민보건연구소, "수역 수질 관리를 위한 수질예측 모형과 의사결정 지원시스템 개발에 관한 연구", 1993.11.
8. 국방정보체계 연구소, "국방정보시스템 개발에 관한 연구", 1993.12
9. DoD, Military Specification Tactical Terrain Analysis Data Base(TTADB), MIL-T-89304, 1990.