□ 研 究 論 文 □

韓國軍事運營分析學會誌
第17卷, 第2號, 1991. 12. 31.

Out of Kilter법을 利用한 動員兵力 最適割當에 관한 硏究 (Optimal Allocation of Mobilization Designee by Out of Kilter Method)

安大喜, 金忠英*

Abstract

It is very important to increase defence capability rapidly against any surprise attack. This can be done by fast deployment of mobilization reserved resources.

This paper is forcused on optimal allocation of special reserved resources. First of all, the location of special reserved resources is identified and then the location of combat and mobilization units and amount of requirement resources of each unit are identified. Finally, optimal allocation of the special reserved resources is obtained by Out of Kilter method.

1. 序 論

한 國家의 軍事力을 評價함에 있어서 여러 가지 요소가 많으나 戰時動員能力도 그 중 중요한 요소중의 하나라고 할 수 있다. 동원에서 평시 動員訓練 및 動員體制維持도 중요하나 動員資源이 最短時間內에 動員이 完了되어 신속하게 戰鬪準備態勢가 갖추어지는 것도 매우 중요하다. 그러므로 本 硏究는 動員資源이

*國防大學院

早期에 戰鬪準備態勢를 갖추도록 하기 위하여 最短距離의 部隊에 관련 기능을 지닌 動員資源을 割當하는 方法을 硏究하고자 한다.

兵力動員資源은 將校, 下士官, 兵으로 分類되며 下士官 및 兵은 다시 A 特技, B 特技, C 統制特技, D 統制特技로 크게 구분되고 있다. 이러한 兵力動員資源의 대부분은 該當 動員地域內에서 動員指定이 이루어지나, 將校와 D 統制特技의 兵 및 下士官은 상대적으로 중요하여 全國的으로 動員指定토록 되어 있으며 이에 대한 효과적인 割當方案이 미비한 상태에 있는 실정이다.

全國的으로 動員이 指定되는 兵力動員資源中에 D 統制特技를 지닌 動員資源은 全國的으로 所要에 비해 확보하고 있는 資源의 수가 부족하고, 資源의 分布가 不均衡하여 地域別 調整이 불가피하므로 이들 資源에 대한 효과적인 割當은 戰鬪準備態勢를 갖추는데 중요한 부분을 차지하고 있다. 그러나 현재 陸軍은 地域內 資源으로 動員指定하여 割當한 후에 不足하거나 過多한 경우가 발생하면 中央兵務廳에 보고하여 地域別로 調整함으로써 많은 문제점이 제기되고 있으며 이러한 문제점을 구체적으로 나열하면 다음과 같다.

첫째, 地域別 조정되는 D 統制特技資源은 戰時 動員이 不可能한 遠距離의 部隊에 動員指定될 수 있고 둘째, 전체 자원이 소요에 비해 과다한 경우 자원이 부족한 지역에서는 高齡者라도 第1戰鬪軍으로 動員指定되고 자원이 과다한 지역에서는 年少者라도 地域戰鬪軍에 編入되어 年少者順으로 動員指定하는 原則에 위배될 가능성이 많다.

이러한 문제점을 해소하기 위하여 本 硏究는 D 統制特技를 지닌 動員資源에 대해 이들 資源이 위치한 市, 郡級 도시에서 이들 資源을 필요로 하는 師團級 部隊까지의 最短距離로 割當하는 方案을 導出한다. 이 方案은 먼저 資源이 위치한 시, 군 地域과 資源을 필요로 하는 部隊地域을 중심으로 네트웍을 구성하여 最短經路를 식별하고 다음 단계로서 可用動員兵力이 部隊所要를 充足하도록 하여 최종적으로 전체 動員資源의 動員距離를 最小化하므로써 動員時間을 短縮하고 動員所要를 最適割當한다.

2. 兵力動員指定 및 D 統制特技

兵力動員指定에 대한 一般的인 規定 〔6〕〔8〕에 의하면, 動員指定이라 함은 "戰時에 動員될 豫備軍을 地域別, 段階別로 選定하여 召集部隊를 사전에 결정하여 주는 것"이라고 정의되고 있으며, 動員指定은 地方兵務廳長 책임하에 受任軍 部隊長이 통보한 地域配定表에 의거 動員所要에 일치하도록 召集部隊는 兵務官과 합동으로 확인하여 動員指定의 완벽을 기하도록 되어 있으며, 動員指定은 第1戰鬪軍으로 所要의 120%를 指定하되 兵務廳長은 地域別 動員資源과 動員速度 등을 감안하여 召集部隊와 協助, 指定率을 조정할 수 있도록 규정되어 있다. 또한 動員指定의 優先順位는 Ax師團, Bx師團, Cx師團順으로 規定하고 있다.

動員資源에 대한 特技는 4가지로 구분하고

있으며 이들 特技에 대한 內容[8]은 다음과 같다.

가. A 特技

實務部隊에서 단기간 교육으로 임무수행이 가능한 특기로서 주특기를 고려하지 않고 集團으로 動員指定하여 소요의 120%를 指定한다.

나. B 特技

C統制特技보다 단기간 교육으로 양성가능하며 編制所要의 60%만 충족되어도 임무 수행가능하고 주로 班 및 組單位로 운영되는 특기로서 配定 地域資源으로 최대한 소요를 충족하되 受任軍 部隊의 인접 구, 시 및 군내에서 조정하고 全體 所要에 60%이상 指定하며 動員地域 擴散後 부족시 동일직군내 유사특기자 및 주요 민간기술특기자를 발굴하여 자체지정한다.

다. C 統制 特技

長期間 敎育으로 양성 가능한 專門性이 要求되며 해당 특기 요원외의 인원이 보직시 任務遂行이 불가능하고 所要人員의 100% 充員을 요하는 특기로서 配定地域 資源으로 최대 소요를 충족하되 부족시 隣接地域으로 점차 확대하여 특별시, 직할시, 도내에서 100% 指定하여 動員地域 擴散後에도 稀少特技 부족시 동일직군내 類似特技者 및 주요 민간기술특기자를 발굴하여 자체지정한다.

라. D 統制 特技

C 統制特技중 전국적으로 所要 對 資源이 불균형한 7개 특기는 D 統制 特技化하여 中央兵務廳에서 統制한다.

상기 특기중 D 統制特技割當에 대한 問題點을 앞에서 언급하였으며 이에 관한 最適割當方案을 다음 장에서 제시하고자 한다.

3. D 統制特技 割當模型의 設定

D 統制特技의 資源은 현재 거주하고 있는 지역에서 전시 指定된 部隊에 動員되어 배치된다. 따라서 割當模型을 設定하기 위해 다음 假定事項을 설정한다.

(1) 市, 郡廳 소재지내에 있는 모든 動員資源의 出發 및 到着起點은 동일하다.

(2) 고속도로, 국도, 일반도로의 사용시 전시동원시간은 차이가 없으며 통과시간과 거리는 비례한다.

(3) 동원자원은 시, 군청단위로 통합하되 거리가 15㎞ 이내일 경우에는 人口가 더 많은 行政區域을 중심으로 통합한다.

(4) D 統制特技에서 동일 특기를 갖는 資源의 特技發揮能力은 차이가 없다. 상기 가정사항을 근거로 모델에 사용될 변수를 다음과 같이 정의한다.

X_{hij} : i地域에 있는 h特技의 資源이 j번째 部隊에 割當된 人員數

b_{hi} : i地域에 있는 h特技 動員資源 數

d_{hj} : j部隊의 h特技 所要人員 數

d^{L}_{hj} : j部隊의 h特技 最小 所要人員 數

L_{ij} : 네트웍의 마디 i에서 마디 j로 가는 흐름의 하한값.

U_{ij} : 네트웍의 마디 i에서 마디 j로 가는 흐름의 상한값.

D_{ij} : i地域에서 j部隊까지의 거리

W_k : k종류 部隊의 加重値(weight)

k=1 : Ax師團, k=2 : Bx師團, k=3 : Cx師團, k=4 : 기타부대

C_{ij} : $D_{ij} * W_k$

Z : 目的函數의 값으로 總 資源이 動員指定되는 거리로 표현된 가치

가. 模型의 設定

D 統制特技 割當模型은 資源이 所要에 비해 부족한 경우와 과다한 경우로 크게 구분할 수 있다. 자원이 소요에 비해 부족한 경우는 다시 割當下限線을 두지 않을때와 割當下限線을 둘 때로 구분할 수 있으며, 자원이 소요에 비해 과다할 때는 部隊管理能力을 고려하여 항상 上限線이 있는 資源割當이 이루어 지게 된다. 따라서 각 사항에 대한 模型을 設定하면 다음과 같다.

(1) h 特技 資源이 所要人員보다 적거나 같으며 하하선이 없을때

동원자원은 소요부대의 우선순위에 따라 動員配置하되 신속하게 하여야 한다. 따라서 目的函數는 동원거리와 동원우선순위에 의한 가중치의 곱(C_{ij})으로 나타낼 수 있으며 이에 따른 制約事項은 所要에 비해 부족한 資源(b_{hi})은 모두 割當되어야 하므로 식(3-1)의 첫번째 制約式이 성립하고 要望部隊所要(d_{hi})보다는 적거나 같게 충족되므로 식(3-1)의 두번째 制約式이 형성된다.

$$\text{MIN } Z = \sum_{i=1}^{m}\left\{\sum_{j=1}^{n} C_{ij}\, X_{hij}\right\} \qquad (3\text{-}1)$$

Subject to

$$\sum_{j=1}^{n} X_{hij} = b_{hi} \qquad i=1, \cdots, m$$

$$\sum_{i=1}^{m} X_{hij} \le d_{hj} \qquad j=1, \cdots, n$$

$$X_{hij} \ge 0$$

(2) h 特技 資源이 所要人員보다 적거나 같으며 割當 下限線이 있을 때

목적함수와 자원제약식은 식(3-1)과 동일하며 부대 j에 할당된 h 特技 資源의 총수는 部隊所要(d_{hj})보다는 작거나 같으며 部隊所要(d^L_{hj})의 下限値보다는 크거나 같아야 하므로 식(3-2)의 두번재 제약식이 구성된다.

$$\text{MIN } Z = \sum_{i=1}^{m}\left\{\sum_{j=1}^{n} C_{ij}\, X_{hij}\right\} \qquad (3\text{-}2)$$

Subject to

$$\sum_{j=1}^{n} X_{hij} = b_{hi} \qquad i=1, \cdots, m$$

$$d^L_{hj} \le \sum_{i=1}^{m} X_{hij} \le d_{hj} \qquad j=1, \cdots, n$$

$$X_{hij} \ge 0$$

(3) h 特技 資源이 所要人員보다 많거나 같을 때

資源이 所要人員보다 많은 경우에 목적함수는 전과 동일하나 資源地域 i에서 j부대로 할당된 h特技 總 資源의 수는 資源地域 i의 h 特技 資源數(b_{hi})보다 적거나 같아야 하므로 식(3-3)의 첫번째와 같이 資源特約式이 구성되며 부대 j에 할당된 h特技 資源의 총 수는 部隊所要(d_{hj})보다 크거나 같으며 동시에 部隊所要의 上限線(d^U_{hj})보다는 작거나 같아야 하므로 식(3-3)의 두번째와 같이 部隊所要制約

式이 구성된다.

$$\text{MIN } Z = \sum_{i=1}^{m}\left\{\sum_{j=1}^{n} C_{ij}\, X_{hij}\right\} \qquad (3\text{-}3)$$

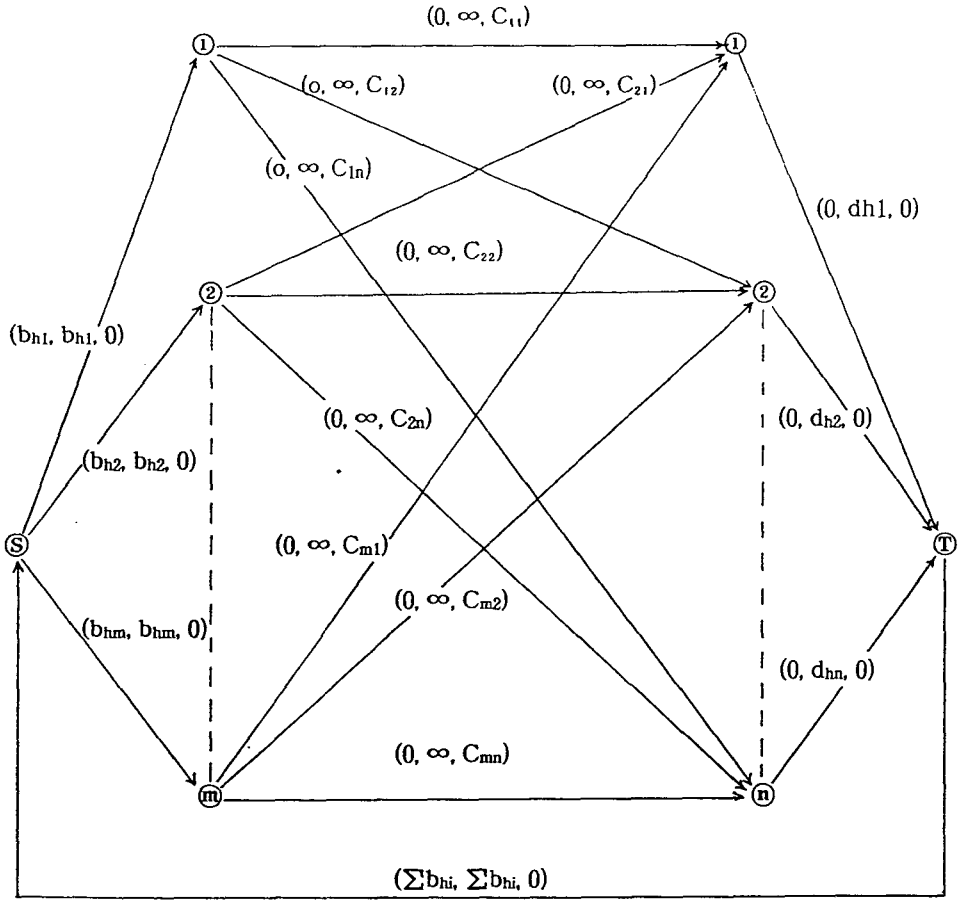
Subject to

$$\sum_{j=1}^{n} X_{hij} = b_{hi} \qquad i=1, \cdots, m$$

$$d_{hj} \le \sum_{i=1}^{m} X_{hij} \le d_{hj}^{U} \qquad j=1, \cdots, n$$

$$X_{hij} \ge 0$$

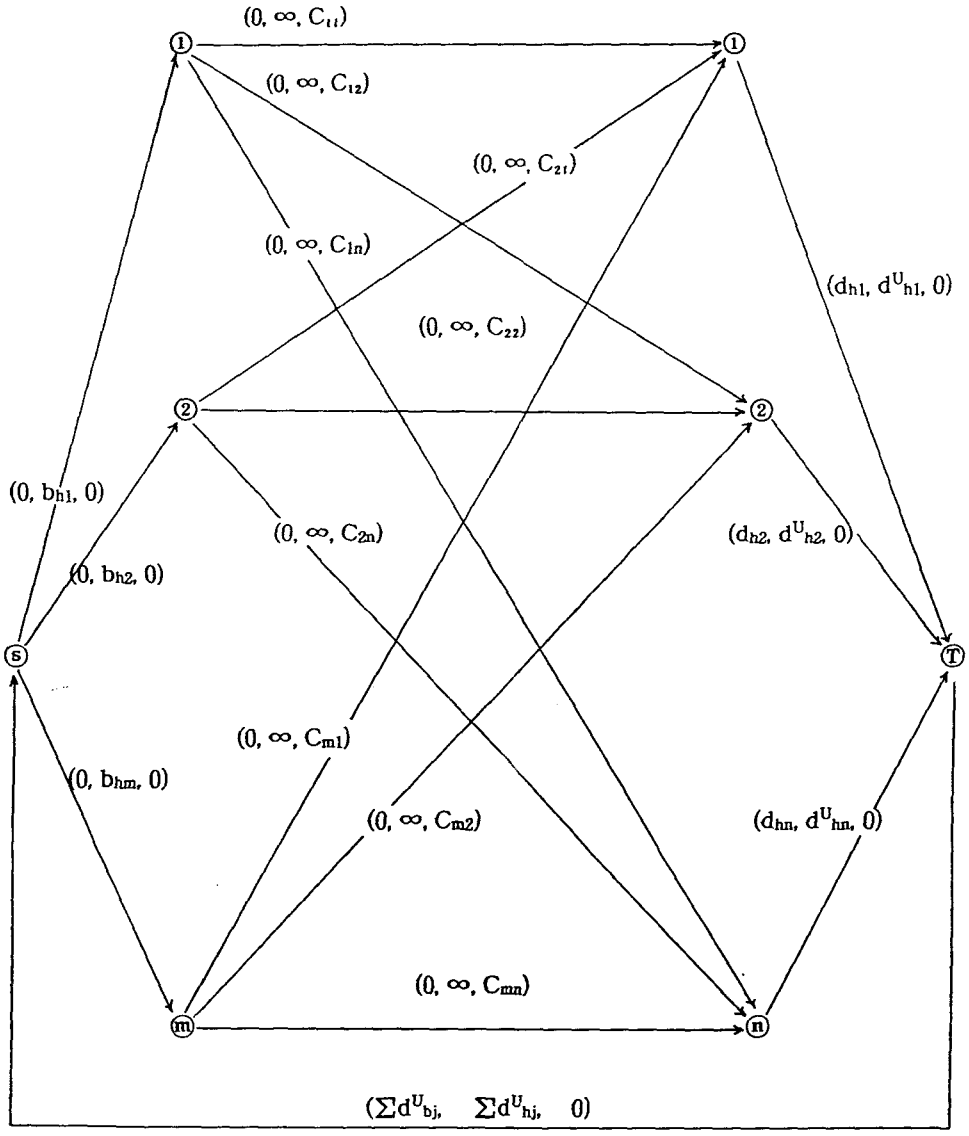
앞의 세 가지 線型模型은 線型計劃法의 圖體法, 輸送問題 및 Out of Kilter法으로 해를 구할 수 있으나 圖體法 및 輸送問題는 變數가 많아질때 해를 구하기가 어렵고 餘裕變數의 發生으로 資料의 入力에도 많은 시간이 소요된다. 반면에 Out of Kilter法은 마디의 수가 500개 정도까지는 해를 구하는데 어려움이 없으므로 현재 군의 動員兵力을 割當하는데 제한이 되지 않는다. 따라서 본 연구는 앞의 線型模型에 대하여 Out of Kilter법으로 最適解를 구하는 방법을 제시하기로 한다.



〈그림 3-1〉 下限線이 없는 h特技 資源割當 네트웍 構成

나. 네트웍 構成

앞의 線型模型에 대하여 Out of Kilter법으로 최적해를 구하기 위해 먼저 네트웍을 構成하여야 한다. 線型計劃模型 (3-1), (3-2) 및 (3-3)을 네트웍으로 표현할 수 있으며 이를 〈그림 3-1〉 및 〈그림 3-2〉에서 보여주고 있다. 〈그림 3-1〉과 〈그림 3-2〉에서 S는 假想出發마디로 두고, 마디 1에서 마디 m까지는 資源이 분포된 시, 군으로 定義하고 이를 資源을 필요로하는 部隊所要마디라 한다. 마디와 마디를 연결하는 호에 있는 괄호안의 값중 첫째값은 마디간에 흘러보내야 하는 최소한의 값



〈그림 3-2〉 下限線이 있는 h特技 資源割當 네트웍 構成

이며 두번째 값은 최대한의 값을 의미하고, 세번째 값은 資源 1單位가 割當될 때 資源 地域마디에서 部隊所要마디까지의 距離에 所要部隊의 優先順位에 따른 加重値를 곱한 값(C_{ij})이며 따라서 이 값은 動員時間과 動員割當 優先順位를 고려한 값이다.

먼저 D統制特技 h特技資源이 所要人員보다 작고 割當 下限線이 없는 경우의 式(3-1)을 네트웍으로 構成할 경우 〈그림 3-1〉과 같으며 네트웍 구성에서 目的函數 값은 모든 마디를 흘러보내는 흐름량에 C_i를 곱한 값의 합이며 식(3-1)의 첫번째 資源制約式은 假想出發마디 S에서 資源地域마디 사이의 값으로 표현된다. 두번째로 部隊所要에 비해 資源이 부족하며 割當下限線이 있는 경우의 式(3-2)는 〈그림 3-1〉에서 部隊所要마디와 假想到着마디간의 下限値만 0에서 d^L_{hj}로 바꾸면 된다.

다음 資源이 所要人員보다 많거나 같은 경우의 식(3-3)은 〈그림 3-2〉와 같이 구성 되며 식(3-3)의 첫번째 資源制約式은 假想出發마디에서 資源地域마다간에 0에서 자원의 수 b_{hi}사이의 값으로 표시되며, 두번째 部隊所要制約式은 部隊所要마디에서 假想到着마디사이에 부대소요 d_{hj}와 上限値 d^U_{hj}사이의 값으로 구성된다.

다. D 統制特技 最適割當 計算節次

일단 〈그림 3-1〉 및 〈그림 3-2〉와 같이 네트웍을 구성하면 Out of Kilter法[3]으로 최적해를 구할 수 있다. 그러나 Out of Kilter法을 적용하기에 앞서 네트웍내에 資源地域마디로부터 所要部隊에 이르는 여러경로중 最短經路를 먼저 구하여야 하므로 多數終點 最短經路技法[5]을 적용하여 이를 구해야 한다. 이러한 技法을 기초로 한 D 統制特技 動員兵力 最適割當 계산절차는 다음과 같다.

段階1 : 마디(node) 構成 및 最短經路識別

가. 마디(node) 構成

(1) 시, 군별 資源地域마디 構成

(2) 師團級 部隊所要마디 構成

(3) 假想出發마디와 到着마디 構成

나. 最短經路識別

(1) 자원지역마디간 모든 경로 표시후 거리값 부여

(2) 多着마디 最短經路 技法에 의해 최단경로를 찾는다.

段階2 : 部隊所要와 資源現況識別(h 특기)

가. 부대소요 ≥ 총자원수 이며 하한선이 없으면 단계3으로 간다.

나. 부대소요 ≥ 총자원수 이며 하한선이 있을때 단계4로 간다.

다. 부대소요 〈 총자원수 이면, 단계5로 간다.

段階3 : h특기 자원이 소요인원보다 적거나 같고 하한선이 없을때

가. Out of Kilter 네트웍구성

(1) 假想出發마디와 資源地域마디 사이 : $L_{si}=b_{hi}$, $U_{si}=b_{hi}$, $C_{si}=0$

(2) 資源地域마디와 部隊所要마디 사이 : $L_{ij}=0$, $U_{ij}=\infty$, $C_{ij}=D_{ij}*W_k$

(3) 部隊所要마디와 到着마디 사이 : $L_{jt}=0$, $U_{jt}=d_{hj}$, $C_{jt}=0$

(4) 到着마디와 出發마디 사이 : $L_{ts}=\sum b_{hi}$, $U_{ts}=\sum b_{hi}$, $C_{st}=0$

나. 단계6으로 간다.

段階4 : h특기 자원이 소요인원보다 적거나 같고 하한선이 있을 때

가. Out of Kilter 네트웍구성

(1) 假想出發마디와 資源地域마디 사이 : $L_{si}=b_{hi}$, $U_{si}=b_{hi}$, $C_{si}=0$

(2) 資源地域마디와 部隊所要마디 사이 : $L_{ij}=0$, $U_{ij}=\infty$, $C_{ij}=D_{ij}*W_k$

(3) 部隊所要마디와 到着마디 사이 : $L_{jt}=d^L_{hj}$, $U_{jt}=d_{hj}$, $C_{jt}=0$

(4) 到着마디와 出發마디 사이 : $L_{ts}=\sum b_{hi}$, $U_{ts}=\sum b_{hi}$, $C_{st}=0$

나. 단계 6으로 간다.

段階5 : h특기 자원이 소요인원보다 많거나 같을 때

가. Out of Kilter 네트웍 구성

(1) 假想出發마디와 資源地域마디 사이 : $L_{si}=0$, $U_{si}=b_{hi}$, $C_{si}=0$

(2) 資源地域마디와 部隊所要마디 사이 : $L_{ij}=0$, $U_{ij}=\infty$, $C_{ij}=D_{ij}*W_k$

(3) 部隊所要마디와 到着마디 사이 : $L_{jt}=d_{hj}$, $U_{jt}=d^U_{hj}$, $C_{jt}=0$

(4) 到着마디와 出發마디 사이 : $L_{ts}=\sum d^U_{hj}$, $U_{ts}=\sum d^U_{hj}$, $C_{st}=0$

段階6 : Out of Kilter 計算法을 適用하여 解를 구한다.

가. 資源地域마디 i에서 部隊所要마디 j로 가는 割當人員 識別

나. 少年者順으로 動員指定 實施

4. D 統制特技 割當適用

實資料를 이용하여 서울 및 경기도地域의 D 統制特技 動員資源을 서울 및 경기도地域에 있는 師團級이상 部隊에 割當하는 문제에 적용해 보았다. 動員資源은 規定에 준하여 Ax 師團, Bx師團, Cx師團, 기타부대의 순으로 우선적으로 할당하되 部隊所要는 100%를 充足하도록 할당기준을 설정하고, 資源이 부족한

〈表 4-1〉 市, 郡別 資源地域 마디

마디번호	지역	마디번호	지역
1	강 화	11	평 택
2	김 포	12	광 주(성남, 하남)
3	인 천(부천, 부평)	13	용 인
4	파 주(고양)	14	안 성
5	연 천	15	포 천
6	의정부(동두천, 양주)	16	가 평
7	서 울(구리, 미금, 광명)	17	양 평
8	안 양(안산, 시흥, 군포)	18	이 천
9	수 원(화성, 의왕)	19	여 주
10	오 산		

特技에 대하여는 下限線을 B統制特技 動員指定 수준인 60%로 두고 資源이 과다한 特技에 관하여는 上限線을 A特技 動員指定 수준인 120%로 資源을 割當하는 기준을 설정하여 관련 연구대상 지역의 可用動員資源을 관련 지역의 所要部隊에 最適割當하기로 한다.

가. 마디構成

먼저 네트웍을 구성하기 위해 서울, 경기지역의 市, 郡級이상 도시로 資源地域마디를 구성하면 〈表 4-1〉과 같이 총 19개의 마디로 구성된다.

다음 部隊所要마디는 〈表 4-2〉에 Ax師團, Bx師團, Cx師團, 기타부대의 순으로 부여하였으며 資源地域마디와 所要部隊간의 距離를 산출하는데 필요한 所要部隊가 주둔하고 있는 위치는 〈表 4-1〉의 資源地域마디 번호를 그대로 적용하여 표시하였다.

최종적으로 가상의 出發마디는 52, 到着마디는 53으로 두어 네트웍의 모든 마디를 설정하였다.

나. 거리 네트웍 구성

일단 네트웍의 마디가 확정되면 마디간의 거리를 弧로 하여 거리네트웍을 〈그림 4-2〉과 같이 구성한다.

이때 각 마디는 위치에 따라 資源地域마디도 되고 部隊所要마디도 된다. 따라서 이들 두 마디간의 最短距離는 多數終點 最短經路技法[5]으로 구한다.

다. 마디간 最短經路識別

〈그림 4-1〉의 지역간의 거리네트웍에 대한 多數終點 最短經路값을 구한 최종결과는 〈表

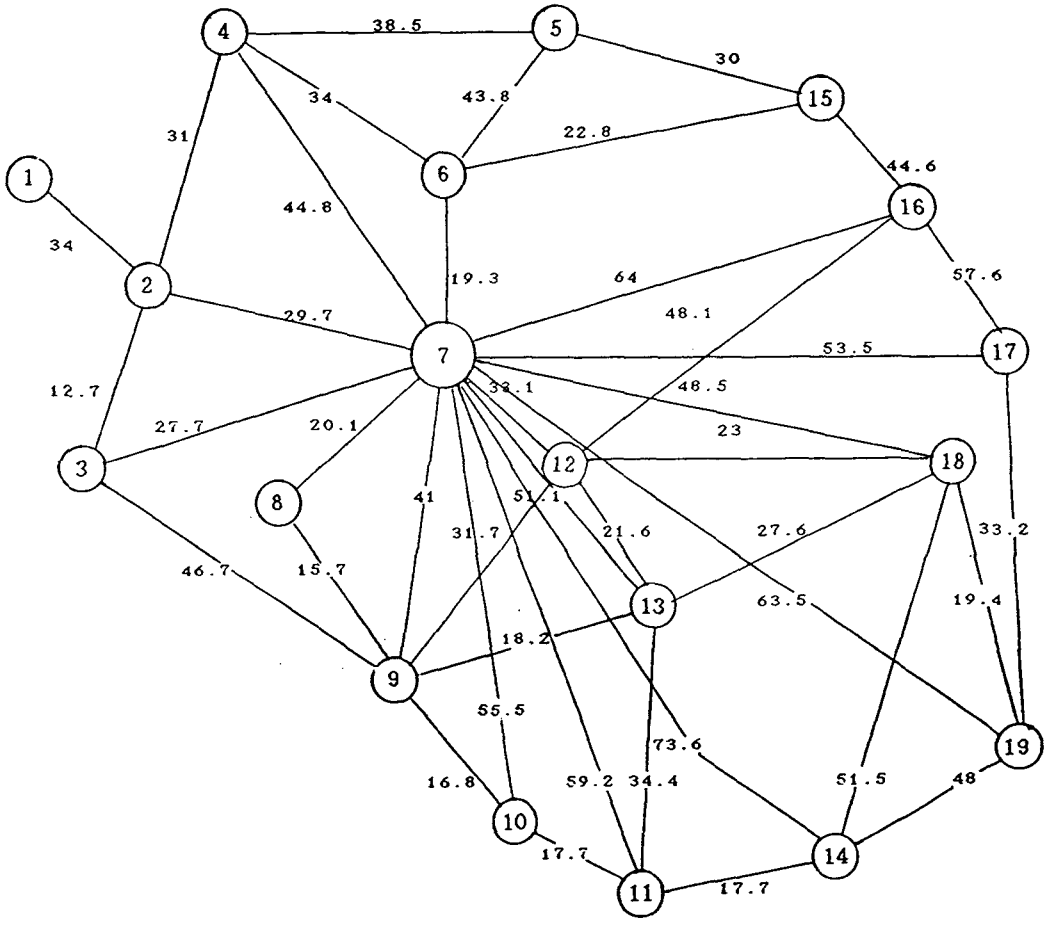
〈表 4-2〉 部隊別 部隊所要 마디

마디번호	부 대	위 치	비 고	마디번호	부 대	위 치	비 고
20	A1 사 단	4		36	C1 사 단	6	
21	A2 사 단	5		37	C2 사 단	16	Cx
22	A3 사 단	15	Ax	38	C3 사 단	6	
23	A4 사 단	4		39	C4 사 단	7	사
24	A5 사 단	3		40	C5 사 단	6	
25	A6 사 단	4	사	41	C6 사 단	7	단
26	A7 사 단	6		42	C7 사 단	7	
27	A8 사 단	5		43	D1 사령부	13	
28	A9 사 단	7	단	44	D2 군 단	4	기
29	A10 사 단	16		45	D3 군 단	15	
30	A11 여 단	4		46	D4 군 단	15	타
31	B1 사 단	9		47	D5 군 단	18	
32	B2 사 단	13	Bx	48	D6 군 단	8	부
33	B3 사 단	7	사	49	D7 군 단	7	
34	B4 사 단	7	단	50	D8 군지사	3	대
35	B5 사 단	7		51	D9 군지사	6	

4-3〉와 같다.

라. 部隊類型別 優先順位

資源地域마디와 部隊所要마디간의 C_{ij}값은 두 마디간의 最短距離(D_{ij})와 割當優先順位에 의해 결정된다고 가정한다. 部隊類型에 따른



〈그림 4-1〉 地域間 距離네트웍

〈表 4-3〉 多數終點 最短經路 값(D_{ij})*

단위 : km

i \ j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	.0	34.0	46.7	65.0	103.5	83.0	63.7	83.8	93.4	110.2
2	34.0	.0	12.7	31.0	69.5	49.0	29.7	49.8	59.4	76.2
3	46.0	12.0	.0	43.0	81.5	47.0	27.7	47.8	46.7	63.5
4	65.0	31.0	43.7	.0	38.5	34.0	44.8	64.9	80.6	97.4
5	103.5	69.5	82.2	38.5	.0	43.8	63.1	83.2	98.9	115.7
6	83.0	49.0	47.0	34.0	43.8	.0	19.3	39.4	55.1	71.9
7	63.7	29.7	27.7	44.8	63.1	19.3	.0	20.1	35.8	52.6
8	83.8	49.8	47.8	64.8	83.2	39.4	20.1	.0	15.7	32.5
9	92.7	58.7	46.7	80.6	98.9	55.1	35.8	15.7	.0	16.8
10	109.5	75.5	63.5	97.4	115.7	71.9	52.6	32.5	32.5	.0
11	122.9	88.9	81.2	104.0	122.3	78.5	59.2	50.2	34.5	17.7
12	96.8	62.8	60.8	77.9	96.2	52.4	33.1	47.4	31.7	48.5
13	110.9	76.9	64.9	95.9	114.2	70.4	51.1	33.9	18.2	35.0
14	137.3	103.3	98.9	118.4	136.7	92.9	73.6	67.9	52.2	35.4
15	105.8	71.8	69.8	56.8	30.0	22.8	42.1	62.2	77.9	94.7
16	127.7	93.7	91.7	101.4	74.6	67.4	64.0	84.1	79.8	96.6
17	117.2	83.2	81.2	98.3	116.6	72.8	53.5	73.6	89.3	106.1
18	112.2	78.2	76.2	93.3	111.6	67.8	48.5	61.5	45.8	62.6
19	127.2	93.2	91.2	108.3	126.6	82.8	63.5	83.6	99.3	83.4

〈表 4-4〉 繼續

i \ j	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	122.9	96.8	111.6	137.3	105.8	127.7	117.2	112.2	127.2
2	88.9	62.8	77.6	103.3	71.8	93.7	83.2	78.2	93.2
3	81.2	60.8	64.9	98.9	69.8	91.7	81.2	76.2	91.2
4	104.0	77.9	95.9	118.4	56.8	101.4	98.3	93.3	108.3
5	122.3	96.2	114.2	136.7	30.0	74.6	116.6	111.6	126.6
6	78.5	52.4	70.4	92.9	22.8	67.4	72.8	67.8	82.8
7	59.2	33.1	51.1	73.6	42.1	64.0	53.5	48.5	63.5
8	50.2	47.4	33.9	67.9	62.2	84.1	73.6	61.5	83.6
9	34.5	31.7	18.2	52.2	77.9	79.8	89.3	45.8	99.3
10	17.7	48.5	35.0	35.4	94.7	96.6	106.1	62.6	83.4
11	.0	56.0	34.4	17.7	101.3	104.1	98.9	62.0	65.7
12	56.0	.0	21.6	73.7	75.2	48.1	86.6	23.0	96.6
13	34.4	21.6	.0	52.1	93.2	69.7	104.6	27.6	100.1
14	17.7	73.7	52.1	.0	115.7	121.8	81.2	51.5	48.0
15	101.3	75.2	93.2	115.7	.0	44.6	95.6	90.5	105.6
16	104.1	48.1	69.7	121.8	44.6	.0	57.6	71.1	90.8
17	98.9	86.6	104.6	81.2	95.6	57.6	.0	102.0	33.2
18	62.0	23.0	27.6	51.5	90.6	71.1	102.0	.0	99.5
19	65.7	96.0	100.1	48.0	105.6	90.8	33.2	99.5	.0

*註 : i는 出發地域(마디) j는 到着地域(마디)이며 D_{ij}는 마디 j까지 最短距離이다.

優先順位는 加重値로 나타낼 수 있고 이러한 加重値는 군 경력 10년 이상의 장교 46명을 무작위로 선정하여 設問을 통하여 구하였는데 設問結果 部隊類型別로 할당된 병력의 統計量은 〈表 4-4〉와 같다.

〈表 4-4〉에서 보는 바와 같이 部隊類型別로 兵力割當은 앞에서 언급한 兵力動員의 規定優先順位와 일치하며, 이 값은 部隊類型에 따른 相對的인 重要度로 평가할 수 있다. 그러므로 위의 값을 이용하여 가중치를 구할 수 있으며 거리는 멀어질수록 割當 優先順位가 떨어지므로 Ax師團에 대한 상대적인 割當比率의 逆順을 취해 加重値를 구한 결과〈表 4-5〉와 같다.

앞의 〈表 4-3〉의 多量終點 最短經路値와 〈表 4-5〉의 加重値를 이용하여 資源地域마디와 部隊所要마디간의 흐름비용 C_{ij} 값을 구한다. 예를 들어 Bx 師團인 B2 部隊는 地域 13에 위치하므로 〈表 4-3〉에서 j가 13인 列에 있는 값이 각 資源地域 마디로부터 部隊 B2까지 이르는 最短經路 값이며, 마디 1에서 마디 13에 이르는 호의 값(C_{ij})은 〈表 4-3〉에서 $D_{1,13}$의 값 111.6을 얻고 〈表 4-5〉에서 Bx師團에 해당하는 가중치 1.03을 얻어 이를 곱하여 최종적으로 $C_{1,13}$의 값 115를 얻는다.

마. 動員資源 및 部隊所要現況

서울 및 경기지역에 대한 動員資源의 特技別 地域保有現況을 알아보면 〈表 4-6〉과 같

〈表 4-4〉 設問結果에 따른 兵力割當 統計量

부 대 유 형	평 균	표 준 편 차
A x 사 단	35.54	14.8
B x 사 단	34.54	13.78
C x 사 단	21.78	8.05
기 타 부 대	7.91	5.11

〈表 4-5〉 加重値(W_k)

W_1 (상 비)	W_2 (동 원)	W_3 (향 토)	w_4 (기 타)
1	1.03	1.63	4.5

다.

서울 및 경기지역의 부대에 대한 特技別 部隊所要現況은 〈表 4-7〉과 같다.

결과적으로 자원지역마디(i), 部隊所要마디(j) 그리고 弧값(L_{ij}, U_{ij}, C_{ij})을 구하여 네트웍 구성을 완료하게 된다. 이와 같이 네트웍을 구성하고 Out of Kilter방법으로 最適割當를 구하면 된다. 예를 들어 所要에 비해 資源이 부족한 295特技와 所要에 비해 資源이 많은 특기 중에서 677 特技에 대한 最適割當 결과를 다음 항에서 分析實施해 보기로 한다.

바. Out of Kilter법에 의한 最適解導出 및 結果分析

〈表 4-6〉 動員資源 現況(b_{hi})

단위 : 명

특기 / 지역	295	296	419	672	677	716	757
계	1494	203	543	228	737	411	222
1	2	0	2	0	0	0	0
2	2	0	2	0	1	1	1
3	339	22	97	21	27	27	43
4	27	2	17	3	5	5	4
5	8	1	1	0	0	0	0
6	55	4	15	0	32	3	4
7	672	147	324	183	401	333	143
8	149	11	29	7	46	10	15
9	90	6	26	5	33	5	5
10	12	0	1	0	2	0	0
11	19	0	2	2	3	7	0
12	48	6	8	5	20	12	4
13	26	0	4	0	9	3	1
14	7	2	1	0	5	1	0
15	5	0	1	1	8	0	0
16	14	1	1	0	2	0	0
17	3	0	4	1	5	1	1
18	11	1	8	0	4	2	0
19	5	0	0	0	14	1	1

(1) 295特技 割當結果

資源이 所要에 비해 부족한 295特技에 대한 할당은 部隊의 所要에 대해 하한선을 60%로하여 D 統制特技 最適割當 計算節次에 의해 얻은 결과 〈表 4-8〉와 같다. 表에서 각 資源이 분포한 도시로부터 所要部隊까지 어떻게 할당되었는가를 알 수 있다. 예를 들어 〈表 4-8〉에서 資源地域마디 6은 部隊所要마디 36으로 9명, 46으로 20명, 51로 26명이 割當된 結果를 보여주고 있다.

〈表 4-7〉 部隊所要 現況 (d_{hi})

단위 : 명

특기 / 부대	295	296	419	672	677	716	757
계	1927	136	234	24	156	282	16
20	36	8	1	1	0	0	0
21	37	7	0	0	0	0	0
22	46	2	0	0	5	2	0
23	43	7	0	0	1	0	0
24	42	7	0	0	1	0	0
25	34	7	0	0	1	0	0
26	43	7	0	0	0	0	0
27	38	7	0	0	0	0	0
28	42	7	0	0	0	0	0
29	4	1	0	0	1	0	0
30	8	0	0	0	0	0	0
31	95	8	0	0	6	0	0
32	95	8	0	0	6	0	0
33	71	8	0	0	6	0	0
34	73	8	0	0	6	0	0
35	95	8	0	0	6	0	0
36	100	8	0	0	6	0	0
37	100	8	0	0	6	0	0
38	41	0	1	0	1	0	0
39	90	4	1	0	0	0	0
40	68	3	1	0	1	0	0
41	74	4	1	0	3	0	0
42	56	0	0	0	23	4	0
43	198	2	83	8	16	188	0
44	44	2	18	6	3	0	0
45	43	1	25	2	2	0	0
46	41	1	25	6	2	3	16
47	83	1	42	0	1	0	0
48	12	2	36	1	1	0	0
49	56	0	0	0	23	4	0
50	76	0	0	0	17	48	0
51	43	0	0	0	12	33	0

단순히 위의 結果만을 가지고 部隊의 所要가 얼마 만큼씩 충족되었는지 알 수 없으므로 이를 部隊別로 所要에 대해 얼마나 割當되었는지 재정리한 결과는 〈表 4-9〉와 같다.

〈表 4-8〉 295 特技 出力結果

자원마디	부대마디	흐 름 량	자원마디	부대마디	흐 름 량
1	20	2	7	37	35
2	23	2		38	25
3	20	34		39	90
	21	14		40	41
	22	27		41	74
	23	34		42	56
	24	42		49	56
	25	21	8	31	80
	26	5		32	31
	27	23		45	26
	28	42		48	12
	30	5	9	43	90
	33	13	10	31	12
	35	3	11	32	19
	50	76	12	37	6
4	44	27		43	3
5	21	8		47	39
6	36	9	13	43	26
	46	20	14	32	7
	51	26	15	46	5
7	26	21	16	37	14
	33	58	17	37	3
	34	73	18	47	11
	35	92	19	29	3
	36	51		37	2

〈表 4-9〉 295 特技 部隊所要 充足率

부대구분		소 요	할 당	비 율	부대구분		소 요	할 당	비 율
	20	36	36	100%	Cx	36	100	60	60%
	21	37	22	60%		37	100	60	60%
Ax	22	46	27	60%		38	41	25	61%
	23	43	36	84%	사	39	90	90	100%
	24	42	42	100%		40	68	41	60%
사	25	34	21	62%	단	41	74	74	100%
	26	43	26	60%		42	56	56	100%
	27	38	23	61%		43	198	119	60%
단	28	42	42	100%	기	44	44	27	61%
	29	4	3	75%		45	43	26	60%
	30	8	5	63%	타	46	41	25	61%
Bx	31	95	92	100%		47	83	50	60%
	32	95	57	60%	부	48	12	12	100%
사	33	71	71	100%		49	56	56	100%
	34	73	73	100%	대	50	76	76	100%
단	35	95	95	100%		51	43	26	60%

〈表 4-9〉에서 모든 部隊에 60%이상 兵力이 割當되었으나 優先順位가 Ax師團, Bx師團, Cx師團, 기타 부대의 순인데 반해 실제 할당은 Ax師團의 경우 部隊 20(A1사단), 24(A5사단), 28(A9사단)의 경우만 100% 所要가 충족되고 나머지는 下限線인 60%에서 84%사이에서 割當된 것을 볼 수 있으며 반면에 기타 부대는 優先順位가 가장 낮으나 그 중에서 部隊 48, 49, 50은 所要가 100% 충족 되었다.

이러한 原因은 서울 및 경기지역에서 Ax師團은 다른 部隊에 비해 前方으로 추진되어 遠距離에 주로 위치하고, Bx師團 및 Cx師團은 資源이 위치한 地域에 가까이 있으므로써 Ax師團에 우선적으로 資源을 割當할 수 있는 加重値를 부여하더라도 가까운 부대에 우선적으로 割當하는 경향을 보이고 있다.

이는 動員資源을 遠距離인 Ax師團에 무조건 우선 割當하는 것이 좋으냐 아니면 조기에 戰鬪力을 발휘할 수 있는 가까운 부대에 割當하는 것이 바람직하냐 하는 取捨選擇問題가 된다. 실제 Ax師團에 우선적으로 割當하여야 하나 시간이 많이 소요된다면 가까운 부대에 할당하여 조기에 동원되어 戰鬪力을 발휘하는 것이 더 바람직할 경우가 있다. 따라서 이러한 측면에서 動員資源 割當優先順位에 의거 적절한 加重値를 적용한면 효과적인 動員割當結果를 얻을 수 있을 것이다.

(2) 677特技 割當結果

資源이 所要에 비해 많은 677 特技는 上限線을 120%로 두어 네트웍을 구성하고 資源을 割當하여 部隊別 所要充足率을 재정리한 결과는 〈表 4-10〉과 같다.

677特技는 총 可用資源이 737명이나 실제 部隊所要는 156명 이므로 〈表 4-10〉에서 156명의 120%인 188명이 割當되었다. 〈表 4-10〉에서 所要가 1인 경우는 120% 割當하여도 1

〈表 4-10〉 677 特技 部隊所要 充足率

부대구분		소요	할당	비율	부대구분		소요	할당	비율
Ax 사단	22	5	6	120%	사단	38	1	1	100%
	23	1	1	100%		40	1	1	100%
	24	1	1	100%		41	3	4	120%
	25	1	1	100%		42	23	28	120%
	29	1	1	100%	기타부대	43	16	20	120%
Bx 사단	31	6	7	120%		44	3	4	120%
	32	6	7	120%		45	2	3	120%
	33	6	7	120%		46	2	3	120%
	34	6	7	102%		47	1	1	100%
	35	6	7	102%		48	1	1	100%
Cx	36	36	7	120%		49	23	28	120%
	37	37	7	120%		50	17	20	120%
						51	12	15	120%

이므로의 100% 비율로 나타나고 있다. 따라서 資源이 남는 경우는 可用資源은 加重値에 관계없이 最短距離로 割當하기만 하면 最適割當된다. 한편 資源이 所要에 비해 과다한 경우에는 割當될 資源은 年少者順으로 割當하고, 割當되지 않은 자원은 地域豫備軍으로 管理하도록 하는 것이 바람직하다.

5. 結 論

本 硏究는 현재 陸軍의 動員兵力중 장기간 교육으로 양성 가능한 특기로서 해당 特技要員外의 資源이 부족시 전시 任務遂行이 불가능한 중요특기인 D 統制特技 動員資源에 대한 割當方案을 제시하였다.

D 統制特技를 지닌 動員資源은 全國的으로 所要에 비해 확보하고 있는 資源의 수가 부족하고, 資源의 分布가 不均衡하여 地域別 調整이 불가피하므로 이들 資源에 대한 효과적인 割當은 戰鬪準備態勢를 갖추는데 중요한 부분을 차지하고 있다. 그러나 현재 陸軍은 지역내 資源으로 動員指定하여 割當한 후에 不足하거나 過多한 경우가 발생하면 中央兵務廳에 보고하여 地域別로 調整함으로써 조기 戰鬪力發揮가 불가능한 遠距離의 部隊에 動員指定되는 자원이 발생되고, 年少者順으로 第1戰鬪軍을 動員指定하지 못하는 問題點이 발생하고 있다.

따라서 本 硏究에서는 위와 같은 問題點을 해결하기 위하여 현재와 같이 地方兵務廳에서 資源을 割當하는 것이 아니라 시, 군 단위에 위치한 動員資源現況만을 中央兵務廳에 보고하면 中央兵務廳에서 통합하여 割當하는 方案을 제시하였다.

中央兵務廳에서 資源을 割當하는 方法은 D 統制特技를 지닌 動員資源에 대해 이들 資源이 위치한 市, 郡級 도시에서 이들 資源을 필요로하는 師團級 部隊까지의 最短距離로 割當하는 것이며, 이를 위해 먼저 네트웍을 구성하여 多數終點 最短距離技法〔5〕에 의해 最短經路를 식별하고 다음 단계로서 Out of Kilter 法〔3〕을 이용하여 可用動員兵力이 部隊所要를 充足하도록하여 최종적으로 전체 動員資源의 動員距離를 最小化하였다.

위와 같이 多數終點 最短經路技法과 Out of Kilter법을 이용하여 動員兵力을 割當한 결과 다음과 같은 長點이 있었다.

첫째로 이 割當方法은 線型計劃의 團體法이나 輸送問題로서 처리하기 어려운 많은 變數도 동시에 처리할 수 있었으며, 둘째로 動員資源의 偏重과 所要에 대한 資源의 不足 및 過多에 대하여 모두 만족스런 해를 제시할 수 있었다. 세번째 動員資源不足時 動員指定比率을 낮춰 부대별로 균등하게 할당함으로써 均衡있는 戰鬪力을 建設할 수 있으며, 마지막으로 全體 動員資源이 所要에 비해 많은 特技에 대해서는 일정 年齡以下만 動員指定하고 나머지는 地域戰鬪軍으로 編成함으로서 資源이 부족한 지역에서 高齡者가 動員指定되고 資源이 과다한 지역에서 年齡이 낮은 資源이 地域戰鬪力으로 編成되는 不合理를 제거할 수 있었다.

앞으로 더 硏究發展되어야 할 사항은 動員

時間과 部隊割當 優先順位를 取捨選擇(trade off)하는 문제를 더욱 현실화 한다면 戰時 動員能力을 더욱 向上시킬수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

1. 姜錫昊, Operations Research(計量經營分析技法을 中心으로), 英志文化社, 1982.
2. 建設部, 道路現況調書, 1990.
3. 國防大學院, 計量的 意思決定理論, 1991.
4. 國防大學院, 軍事運營分析, 1985.
5. 國防大學院, 네트웍 理論과 應用, 1986.
6. 首防司, 動員業務 實務指針書, 1986.
7. 安大喜, 金忠英, Out of Kilter법을 이용한 動員兵力 最適割當에 관한 硏究, 國防大學院 碩士論文, 1991.
8. 陸軍本部, 動員業務, 野戰敎範 42-1, 1990.
9. 장병욱, 效率的인 兵力動員方案, KIDA, 1990.
10. Dreyfus, S. E., "An Appraisal of Some Shortest Path Algorithms," *Operations Research*, vol. 17, 1969, pp. 395-412.
11. Ford, L. R., and "The Out-of-kilter Method for Minimal cost Flow Problem," *Journal of Applied Mathematics*, March 1961.
12. Fulkerson, D. R., "The Out-of-kilter Method for Minimal Cost Flow Problem," *Journal of Applied Mathematics*, March 1961.
13. Hu, T. C., "The Maximum Capacity Route Problem," *Operations Research*, vol. 9, 1961, pp. 898-900.