

## 인력계획의 통계적 이해와 적용

조관호 1) 이현지 2)

### 요 약

인력계획업무를 체계적이고 과학적으로 수행하기 위해서는 다양한 계량적인 모형이 요구된다. 이 중에서 핵심적인 모형은 미래의 인력운영을 시뮬레이션 할 수 있는 인력운영예측모형, 인력구조, 인사제도, 인력흐름간의 수리적인 관계를 분석하는 인력구조분석모형, 인력운영 목표를 달성하기 위한 진급계획 최적화 모형 등이다. 본 논문에서는 이러한 모형 개발시 적용한 통계적 방법론을 설명하고 주요 통계적 이슈를 제기하였다.

주요용어 : 인력계획, 인력운영예측, 정채기간

### 1. 서론

Miner and Miner(1973)에 의하면, 인력계획은 조직이 조직의 목적을 달성하기 위해 미래에 필요한 자질을 갖춘 인적자원을 필요한 인원만큼, 적절한 시기에 적절한 직위에 배치될 수 있도록 추구하는 과정이라고 정의하고 있다. 통상적으로 인력계획은 현재의 인력 수준에서 미래의 환경적 요인의 변화에 따라 발생할 조직 규모 변화와 손실 등을 고려하여 인력의 획득이나 진급 등의 인력흐름(Manpower flow)의 적정 수준을 결정하는 것이라고 볼 수 있다.

인력계획에 영향을 미치는 주요 요소는 인력구조(계급별 정원), 인사제도(진급, 정년, 획득제도), 외부 환경적 요인 등인데, 인력구조와 인사제도는 인력흐름, 즉 획득, 진급, 전역을 결정하는 요소이다.

Bartholomew, Forbes, and McClean(1992)은 인력계획을 위한 기존의 다양한 통계적 방법론을 소개하고 있는데, 대부분이 인력흐름이 안정화(steady state)된 상태에서의 리뉴얼(renewal) 혹은 마코브(Markov)과정의 개념을 이용한 통계적인 방법론들이다.

기존 연구의 대부분은 인사제도의 변화는 고려하지 않고 인력흐름이 안정된 상태에서의 인력구조와 인력흐름간의 관계를 연구하였다. 그러나 본 논문에서는 인사제도 역시 주요한 변화요소로 고려하여 확장된 개념의 인력계획 모형과 군 장교를 대상으로 적용한 예를 소개하고자 한다. 논문에서 제시된 결과는 현재 한국국방연구원에서 진행 중인 "국방인력정책분석을 위한 기반체계 구축" 연구 과제의 일부 내용임을 밝혀 둔다.

군 인력계획업무 중에서 계량적인 분석과 모형을 요구하는 업무는 크게 1) 미래의 운영병력과 진급공석을 예측하는 인력운영예측 업무, 2) 인사제도 혹은 인력구조 변화에 따른 적정 인력흐름 예측과 적정 인력흐름 유지를 위한 목표 인력구조 판단 업무, 3) 목표 인력구조를 달성하기 위한 단기적 혹은 중장기적 적정 진급정책 도출 업무 등이다. 본 논문에서는 위의 세 가지의 업무에 필요한 계량적인 모형을 각 절에서 소개하고자 한다.

과학적인 인력계획의 업무를 수행하기 위해서는 계량적인 모형 이외에 모형의 입력 자료를 지원해 주고 인력운영 현황을 분석할 수 있는 데이터웨어하우스 구축이 필요하다. 상기한 연구

1) 한국국방연구원 인력개발연구센터 연구위원

2) 한국국방연구원 인력개발연구센터 연구원

과제에서는 이를 위한 인력계획지원용 데이터웨어하우스를 구축하여 운영하고 있는데, 이에 관한 상세한 내용은 조관호와 이현지(2003)의 연구보고서를 참조하기 바란다.

## 2. 인력운영예측모형

인력운영예측 업무는 인력계획의 가장 기본적인 업무이다. 기준년도의 계급별 인력분포와 정년 및 진급제도를 입력사항으로 하여, 미래의 전역인원을 예측한 후 인력획득 및 진급정책에 따라 인력예측을 실시한다.

인력운영예측시 예측 단위를 선택하여야 하는데, 계급만을 고려할 것인지, 계급과 근속기간 혹은 계급, 근속기간, 현 계급복무기간 혹은 개인단위로 예측할 것인가를 선택하여야 한다. 군의 인사제도(진급 및 정년제도)가 주로 계급별 근속년수를 기준으로 삼고 있고 인사제도의 변화를 고려한 예측모형을 개발하여야 하므로, 예측단위를 계급과 근속년수로 선택하였다. 미국의 해병대나 공군에서는 개인단위의 인력예측 모형도 사용하고 있는데, 이러한 모형은 개인 단위의 진급 및 전역 확률을 계산한 후 시뮬레이션 형태로 예측을 하는 모형이다. 이러한 모형의 장점은 개인의 특성을 충분히 반영함으로써 단기 혹은 중기기간의 예측의 정확성을 높일 수 있으나, 단점은 많은 양의 계산과 시간이 요구된다는 것이다. 우리 군의 경우 비교적 적은 규모의 인원을 보유한 해공군을 대상으로 적용하여 볼 수 있을 것이다.

인력운영예측의 기본 개념을 식으로 표현하면 (식 2.1)과 같다.

$$n_j(t) = n_j(t-1) - L_j(t) + P_j(t) - Q_j(t) + R_j(t), \quad j = 1, 2, \dots, J \quad (\text{식 2.1})$$

(식 2.1)에서  $n_j(t)$ 는 어떤 계급에서  $t$ 년후의  $j$  근속년차의 인원,  $L_j(t)$ 는  $(t-1, t)$ 기간 동안의 전역인원,  $P_j(t)$ 는 같은 기간 동안 현 계급으로의 진급유입인원,  $Q_j(t)$ 는 상위계급으로의 진급유출인원,  $R_j(t)$ 는 획득인원을 나타낸다.

인력운영예측 업무는 (식 2.1)과 같은 기본식에 의해 축차적으로 인력을 예측하게 된다. 여기서 각 년도의 시점은 정해져 있지 않으나 연말시점을 기준으로 정하면 (식 2.1)을 이해하기 쉽다. 인력계획의 주요 대상이 영관급 장교인 경우, 외부에서의 획득인원은 거의 없기 때문에 보통  $R_j(t)=0$  이라 볼 수 있다.

인력예측업무 중에서 핵심적인 프로세스는 전역인원을 예측하는 것이다. 즉 (식 2.1)에서  $L_j(t)$ 를 예측하는 것이다. 전역인원에 영향을 미치는 주요 변수는 정년 및 진급제도와 사회경제적 환경 요소들인데, 대표적인 사회경제적 환경 요소는 실업률이라고 볼 수 있다.

인력예측시  $P_j(t)$ 와  $Q_j(t)$ 를 어떻게 결정하느냐에 따라 최종 산출 결과가 달라진다. 첫 번째 경우로서, 진급인원을 시나리오 형태로 사전에 정해 놓고 시나리오에 따라 인력을 예측하는 것이다. 이 경우는  $P_j(t)$ 와  $Q_j(t)$ 는 사전에 결정된 상수이고 최종 예측결과는  $n_j(t)$  혹은 해당 계급의 총 인원  $n(t) = \sum_j n_j(t)$ 이다. 이 경우의 주요 관심사는  $n(t)$ 가 그 계급의 정원( $O(t)$ )과 얼마나 차이가 있는냐이다. 두 번째 경우로서, 인력예측결과를 정원과 일치시킨다는 가정하에서, 즉  $n(t)=O(t)$ 를 만족시키기 위한 진급유입가능인원(진급필원)  $P(t) = \sum_j P_j(t)$ 를 예측하는 것이다.  $P(t)$ 가 결정되면,  $P_j(t)$ 는 근속차수별 진급유입선발비율( $\alpha_j(t)$ )에 의해 결정되는데,  $P_j(t) = P(t)\alpha_j(t)$ 로 주어진다. 예를 들어, 1차로 진급유입 가능한 근속년차가 22년차이고 그 비율이 0.5, 2차로 진급유입한 비율이 0.3, 3차 진급유입비율이 0.2라고 하면,  $\alpha_{22} = 0.5, \alpha_{23} = 0.3, \alpha_{24} = 0.2$ 이고 나머지 근속년차의 진급유입선발비율은 0이 된다. 이 비율은 인력흐름에 많은 영향을 미친다. 이에 관한 상세한 사항은 3절을 참고하기 바란다.

## 2.1 진급인원이 사전에 결정된 경우의 인력예측

진급인원에 대한 시나리오를 사전에 정해 놓고 그 시나리오에 의한 인력을 예측을 하는 경우, 즉  $P_j(t)$ 와  $Q_j(t)$ 가 정해진 경우, 전역인원( $L_j(t)$ ) 예측결과에 의해  $n_j(t)$  결정된다. 여기서 잠정적으로  $R_j(t)=0$  이라고 가정하였다.

$(t-1)$ 년후 시점에서  $n_j(t-1)$  인원이 주어진 경우  $L_j(t) \sim B(n_j(t-1), w_j(t))$  이항분포를 따른다고 볼 수 있다.  $w_j(t)$ 는 근속년차  $j$ 년차인 사람이  $j$ 년차에 전역을 할 확률을 나타내는 것으로서 생존분석에서 위험률(hazard rate)과 유사한 의미를 가지고 있다. 여기서  $w_j(t)$ 는  $t$ 년후의 진급제도, 정년제도, 실업률 등에 의해 변화한다고 볼 수 있기 때문에,  $t$ 의 함수로 보고 있다. 근의 경우 지금도 정년연장이 진행 중이어서  $w_j(t)$ 는 당분간 계속 변화한다고 볼 수 있다.

$w_j(t)$ 가  $t$ 와 관계없이 일정하다고 가정하면 과거 데이터를 이용하여 최대우도추정량을 다음과 같이 구할 수 있다.  $\hat{w}_j = l_j(t)/n_j(t-1)$ ,  $Var(\hat{w}_j) = w_j(1-w_j)/n_j(t-1)$ , 여기서  $l_j(t)$ 는  $j$ 근속년차에서 전역한 인원을 나타낸다. 여러 해의 과거 자료가 있는 경우,  $\hat{w}_j = \sum_t l_j(t) / \sum_t n_j(t-1)$ 으로 구할 수 있다.

그동안  $\hat{w}_j(t)$ 는  $t$ 년후  $j$ 근속년차의 진급유출차수와 정년잔여년수를 고려하여, 과거 자료 중에서 유사한 특성(과거 시점에서의 유사한 진급유출차수 및 정년잔여년수)을 보유한 근속년차의 전역율의 평균 혹은 추세를 반영하여  $w_j(t)$ 를 추정하여 사용하고 있다. 추가적인 방법으로, 상기한 연구과제에서 로짓형태의 일반선형모형을 이용하여 추정하는 방법을 연구하고 있다. 예를 들어  $logit(w(t)) = \gamma_0 + \gamma_1 X_1(t) + \gamma_2 X_2(t) + \gamma_3 X_3(t)$ 와 같은 모형을 적합시켜 전역율을 추정하는 것이다. 여기서,  $X_1(t)$ 는  $t$ 시점의 근속년차의 진급유출차수,  $X_2(t)$ 는  $t$ 시점의 근속년차의 정년잔여년수,  $X_3(t)$ 는  $t$ 시점의 실업률이다. 앞의 모형 식에서 진급유출차수와 정년잔여년수의 조합은 하나의 근속차수와 일대일 대응이 되도록 한다.

전역율  $w_j(t)$ 가 추정되면,  $n_j(t)$ 는 (식 2.2)와 같이 추정할 수 있다.

$$\hat{n}_j(t) = \hat{n}_j(t-1) - \hat{n}_j(t-1)\hat{w}_j(t) + P_j(t) - Q_j(t) \quad (\text{식 2.2})$$

그리고,  $t$ 년후의 해당 계급의 전체 인력 추정치,  $\hat{n}(t) = \sum_j \hat{n}_j(t)$ 으로 주어지고 관심있는 추정치는 정원 대비 과부족을 나타내는  $D(t) = \hat{n}(t) - O(t)$  이다.

그러면, 인력 추정치의 오차는 어떻게 구할 수 있을까?  $\hat{n}(t)$ 를 정리하면 (식 2.3)과 같이  $\hat{w}_j(t)$ 의 함수로 정리될 수 있다.

$$\begin{aligned} \hat{n}(t) = \sum_j \hat{n}_j(t) = \sum_j \{ & (P_j(t) - Q_j(t)) + (P_j(t-1) - Q_j(t-1))(1 - \hat{w}_j(t)) \\ & + (P_j(t-2) - Q_j(t-2))(1 - \hat{w}_j(t-1))(1 - \hat{w}_j(t-2)) + \dots \\ & + (P_j(1) - Q_j(1))(1 - \hat{w}_j(2))(1 - \hat{w}_j(3)) \dots (1 - \hat{w}_j(t)) \\ & + n_j(0)(1 - \hat{w}_j(1))(1 - \hat{w}_j(2))(1 - \hat{w}_j(3)) \dots (1 - \hat{w}_j(t)) \} \quad (\text{식 2.3}) \end{aligned}$$

(식 2.3)에서  $t$ 가 커질수록 항이 많아지고 서로 상관되어 있기 때문에, 단기간(1-2년 정도)의 예측기간을 제외하곤 추정 오차에 대한 식을 구하기 어렵다. 다른 대안으로 부스트래핑(Bootstrapping)방법을 이용하여 오차를 구할 수 있을 것이다.  $\hat{w}_j(t)$ 의 부스트래핑 샘플  $\hat{w}_j^*(t)$ 을 추출하여  $\hat{n}(t)$ 의 부스트래핑 샘플  $\hat{n}^*(t)$ 를 구하면  $\hat{n}(t)$ 의 분산을 얻을 수 있다.

### 2.2 진급결원 추정

년도별 정원( $O(t)$ ) 혹은 목표인원이 주어진 경우, 년도별 진급유입가능인원인 진급결원( $P(t)$ )은 년차별 목표 정원 차이에 전역인원과 상위계급으로의 유출인원을 합한 인원으로 볼 수 있다. 이를 식으로 나타내면 (식 2.4)와 같다. 여기서는 잠정적으로  $R(t)=0$ 이라고 가정하였다.

$$P(t) = O(t) - O(t-1) + L(t) + Q(t) \quad (\text{식 2.4})$$

여기서  $L(t) = \sum_j L_j(t)$ ,  $Q(t) = \sum_j Q_j(t)$ ,  $O(0) = n(0)$ 이다. 진급결원의 추정치는 (식 2.4)과 (식 2.1)을 이용하여, (식 2.5)와 같이 구할 수 있다.

$$\hat{P}(t) = O(t) - O(t-1) + \hat{L}(t) + \hat{Q}(t),$$

$$\hat{L}(t) = \sum_j \hat{L}_j(t) = \sum_j \hat{n}_j(t-1) \hat{w}_j(t), \quad (\text{식 2.5})$$

$$\hat{n}_j(t-1) = \hat{n}_j(t-2)(1 - \hat{w}_j(t-1)) + \hat{P}(t-1) \hat{\alpha}_j(t-1) - \hat{Q}_j(t-1)$$

(식 2.5)에서 알 수 있듯이 진급결원도 축차적으로 결정되며, 상위계급으로의 진급유출인원( $\hat{Q}_j(t)$ )은 보통 상위계급에서부터 탑다운(topdown)식으로 결정된다. 즉 해당 계급 진급결원 추정은 상위계급으로 진급유출인원이 미리 결정되어 있어야만 추정이 가능하다. (식 2.5)에서  $\hat{P}(t) = function \{ \hat{w}_j(k), \hat{Q}_j(k), \hat{\alpha}_j(k), k=1, 2, \dots, t, j=1, 2, \dots, J \}$ 으로서 (식 2.3)보다 훨씬 복잡한 형태이고 상위계급으로 진급유출인원( $\hat{Q}_j(t)$ )의 변동량이 추가됨으로써 추정오차가 더 커지게 된다. 따라서 진급결원 추정치의 추정오차에 대한 일반적인 식을 산출하기 매우 어렵다. 2.1절과 같이 부스트래핑 방법에 의해 추정오차를 산출해 볼 수 있을 것이다.

### 3. 인력구조분석모형

인력구조분석모형은 인사제도(정년제도 및 진급정책)의 변화에 따른 인력흐름 안정시기의 인력분포와 인력흐름을 예측하는 모형이다. 다시 말해서 인사제도 변화에 대한 인력운영상의 민감도 분석 모형이라고 볼 수 있다. 여기서 인력분포는 계급별 복무기간별 혹은 근속년수별 인원 분포를 말하고 인력흐름은 인력흐름 안정시의 적정 진급(획득)인원과 진출율 등을 말한다. 진출율은 상위계급 진급인원을 현 계급 진급인원으로 나눈 값을 나타낸다. 예를 들어 중령 진급인원이 500명이고 대령 진급인원이 200명이라면 중령에서 대령으로의 진출율은 0.4이다. 이 모형에서 정년제도는 군에서 적용하고 있는 연령정년, 근속정년, 계급정년의 유무와 적용 정년 수를 말하고 진급정책은 진급시기, 진급차수별 선발비율, 진출율 등을 말한다. 이 모형에서는 정년제도와 진급정책을 입력사항으로 하여, 정원이 주어지면 적정 진급인원과 진출율이 출력사항으로 주어지고 진출율이 주어지면 진출율 확보를 위한 계급별 정원이 산출된다.

인력구조분석모형에서 가장 기본이 되는 식은 (식 3.1)과 같다. 인력흐름이 안정화된 상태에서 해당 계급에서의 년도별 평균 인원이 정원(O)과 일치하기 위해서는 (식 3.1)을 만족시켜야 한다.

$$\text{정원}(O) = \text{진급유입인원}(P) \times \text{평균 정채기간}(E(L)) \quad (\text{식 3.1})$$

여기서  $L$ 은 해당 계급에서의 정채기간을 나타내는 확률변수이다. 어떤 계급으로 진급한 사람은 상위 계급으로 진급을 하거나 전역을 하게 된다. 따라서

$$\begin{aligned} E(L) &= E(L| \text{상위계급 진급}) P(\text{상위계급 진급}) + E(L| \text{전역}) P(\text{현 계급에서 전역}) \\ &= \text{진급자 평균정채기간} \times \text{상위계급 진출율} + \text{전역자 평균정채기간} \times \text{전역확률} \\ &= s E(L_1) + (1-s) E(L_2) \end{aligned} \quad (\text{식 3.2})$$

여기서  $L_1$ 은 진급자의 정체기간,  $L_2$ 는 전역자의 정체기간,  $s$ 는 상위계급으로의 진출율을 나타낸다. (식 3.2)의 결과를 (식 3.1)에 적용하면,

$$\begin{aligned} \text{정원}(O) &= \text{상위계급 진급인원} \times \text{진급자 평균정체기간} + \text{전역인원} \times \text{전역자 평균정체기간} \\ &= P_1 E(L_1) + P_2 E(L_2) = s P E(L_1) + (1-s) P E(L_2) \end{aligned} \quad (\text{식 3.3})$$

여기서  $P_1 = s P$ 는 상위계급 진급인원을,  $P_2 = (1-s) P$ 는 전역인원을 나타낸다.

정년제도 및 진급정책의 변화는 (식 3.3)의 정체기간에 영향을 미치게 된다. 따라서 같은 정원하에서 정년 및 진급정책의 변화는 적정 진급인원의 변화를 의미한다. (식 3.3)에서 정년 및 진급정책이 정해지면 정체기간들이 정해지게 되므로, 진출율 혹은 진급인원을 변화시켜 가면서 그에 적합한 정원이 계산된다.

### 3.1 진급자 평균 정체기간

진급자 평균정체기간은 현 계급으로 언제 진급유입을 해서 언제 상위계급으로 진급유출을 하였는지에 따라 결정된다고 볼 수 있다. 즉 몇 차로 현 계급으로 진급을 해서 몇 차에 상위계급으로 진급을 하였는지에 따라 달라지게 된다.

$X_k$ 를 현 계급( $k$ )으로의 진급유입차수,  $X_{k+1}$ 를 상위계급( $k+1$ )으로의 진급유출차수,  $l_{ij}$ 를  $k$ 계급으로  $i$ 차수로 진급유입하여  $k+1$  계급으로  $j$ 차수로 진급유출한 경우의 정체기간을 나타낸다고 가정하자. 그러면 진급자 평균 정체기간은 (식 3.4)와 같이 표현될 수 있다.

$$\begin{aligned} E(L_1) &= E\{E(L_1|X_k, X_{k+1})\} \\ &= \sum_j \sum_i E(L_1|X_k = i, X_{k+1} = j) P(X_k = i|X_{k+1} = j) P(X_{k+1} = j) = \sum_j q_j \sum_i E(l_{ij}) r_{ij} \end{aligned} \quad (\text{식 3.4})$$

(식 3.4)에서  $q_j = P(X_{k+1} = j)$ ,  $r_{ij} = P(X_k = i|X_{k+1} = j)$ ,  $i = 1, 2, \dots, I, j = 1, 2, \dots, J$ . 보통 인력계획시  $q_j$ 는 미래의 진급유출차수별 비율로서 정책적으로 결정되는 상수인 경우가 많다. 진급정책 중 진급시기의 변화는 (식 3.4)의  $l_{ij}$ 에 영향을 미치고 진급유출차수별 선발비율은 (식 3.4)의  $q_j$  형태로서 정체기간에 영향을 미치게 된다.  $r_{ij}$ 는  $k+1$ 계급으로  $j$ 차수로 진급유출한 사람이  $k$ 계급으로는  $i$ 차수로 진급유입했을 확률을 나타낸다.

과거의 자료를 이용해서 진급자 평균정체기간을 다음과 같이 추정해 볼 수 있다. 데이터 중에서  $k+1$ 계급으로 진급유출한 인원을  $n$ ,  $n$  중에서  $j$ 차수로 진급유출한 인원을  $n_j$ ,  $n_j$  중에서  $k$ 계급으로  $i$ 차수로 진급유입한 인원을  $n_{ij}$ .  $n_{ij}$  인원 중에서  $m$ 번째 자료의 정체기간  $l_{ijm}$ 이라고 할 때, 평균정체기간은 (식 3.5)와 같이 추정해 볼 수 있다.

$$E(\widehat{L}_1) = \sum_j q_j \sum_i E(\widehat{l}_{ij}) \widehat{r}_{ij} = \sum_j (q_j/n_j) \sum_i \sum_{m=1}^{n_j} l_{ijm} \quad (\text{식 3.5})$$

(식 3.5)에서  $E(\widehat{l}_{ij}) = \sum_m l_{ijm}/n_{ij}$ ,  $\widehat{r}_{ij} = n_{ij}/n_j$ . 만약,  $q_j$ 를  $\widehat{q}_j = n_j/n$ 으로 추정한다면,

$E(\widehat{L}_1) = (1/n) \sum_j \sum_i \sum_m l_{ijm}$ . 진급자 평균정체기간의 분산과 추정치는 (식 3.6)과 같다.

$$\text{Var}(\widehat{L}_1) = \sum_j (q_j/n_j)^2 \sum_i n_{ij} \text{Var}(l_{ij}), \widehat{\text{Var}}(\widehat{L}_1) = \sum_j (\widehat{q}_j/n_j)^2 \sum_i n_{ij} \widehat{\text{Var}}(l_{ij}) \quad (\text{식 3.6})$$

과거 자료를 이용하여 진급자 평균정체기간을 추정하는 경우 유의하여야 할 점이 있다. 적어도 과거의 자료가 현재의 진급제도의 진급유입/유출 차수간의 정체기간, 즉  $l_{ij}$ 와 일치하는 구조를 가져야만 의미있는 추정치를 구할 수 있다. 예를 들어 현재의 진급제도가 과거의 진급제도에 비해 진급유입시기는 같으나 진급유출시기가 늦어졌다면 현재 제도의 평균정체기간은 과거의 평균정체기간보다 길어지기 때문이다.

### 3.2 전역자 평균 정체기간

상위계급으로 진급을 하지 못하고, 현 계급에서 전역하는 그룹의 평균 정체기간이 전역자 평균정체기간이다. 전역자 정체기간은 진급유입차수별 전역자의 비율에 영향을 많이 받는다. 즉 전역자 중에서 진급유입차수가 낮은 사람이 많을수록(진급을 일찍한 사람이 많을수록) 정체기간은 길어지게 된다. 또한 이 정체기간은 전역패턴에 의해 영향을 받는데, 이 패턴은 정년제도, 진급제도, 사회환경적 요인(예 실업을 등)에 의해서 영향을 받는다. 특히 정년제도는 최대복무가능기간을 결정하는 주요 요소이고, 정년 전에 조기 전역하는 비율은 진급제도 혹은 사회환경적 요인에 의해 많이 영향을 받는다고 볼 수 있다.

현 계급으로의 진급유입차수를 고려한 전역자 평균정체기간은 (식 3.7)과 같이 구할 수 있다.

$$\begin{aligned} E(L_2) &= \sum E(L_2 | \text{전역자 중에서 진급유입차수}=i) P(\text{전역자 중 진급유입차수}=i) \\ &= \sum E(L_2 | \text{전역자 중에서 진급유입차수}=i) P(X_k=i | X_{k+1}=\text{전역}) \\ &= \sum m_i \times t_i \end{aligned} \quad (\text{식 3.7})$$

(식 3.7)에서  $m_i = E(L_2 | \text{전역자 중에서 진급유입차수}=i)$  이고,  $t_i = P(X_k=i | X_{k+1}=\text{전역})$ 이다.

$\{X_{k+1}=\text{전역}\}$ 는 현 계급 k에서 k+1계급으로 진급을 하지 못하고 전역을 하였음을 나타낸다.  $t_i$ 를 3.1절에서 사용한 기호를 이용하여 나타내면, (식 3.8)과 같이 표현된다

$$t_i = \{P(X_k = i) - \sum_{j=1}^l P(X_k = i, X_{k+1} = j)\} / (1 - s) = (p_i - s \sum_{j=1}^l r_{ij} q_j) / (1 - s) \quad (\text{식 3.8})$$

(식 3.8)에서  $p_i = P(X_k = i)$ 로서 현 계급(k)으로 i차수로 진급유입한 비율을 나타낸다.

(식 3.7)의  $m_i$ 는 어떻게 구할 수 있을 것인가? 진급 및 정년제도가 안정화되어 있고 인력흐름상태가 안정화된 상태에 있다면, 과거 코호트(cohort) 형태의 자료를 이용하여 진급자 정체기간과 같은 방법으로  $m_i$ 를 쉽게 구할 수 있을 것이다. 그러나 군과 같이 진급 및 정년제도가 변화하고 있고, 인력흐름이 안정화되지 않은 상태에서는 과거 코호트 형태의 자료를 이용하여  $m_i$ 를 추정하는 것은 의미가 없다. 그 이유는 인사제도가 변경되면 전역패턴이 변화하고 그에 따라 정체기간도 바뀌기 때문이다. 따라서 가급적 최신의 전역 경향을 파악할 수 있는 최근의 자료를 기준으로 진급 및 정년제도를 적용하여  $m_i$ 를 추정하는 것이 바람직하다. 이에 관한 추정방법과 추정오차에 관해서는 지속적인 연구를 진행 중인데, 현재 시험적으로 사용하고 있는 추정방법을 소개하면 다음과 같다. 2절의  $w_j(t)$  ( $j$ 근속년차까지 근속한 사람이  $j$ 근속년차에 전역 확률) 추정방법을 이용하여, 정년 및 진급제도가 안정화가 된  $t$  시점에서 추정한  $w_j = w_j(t)$  혹은 몇 개년도의 평균 값을 선택하여  $w_j$ 를 추정할 수 있다.  $w_j$ 가 추정되면 (식 3.9)와 같은 관계식에 의해 각 근속년차별 전역 확률을 추정할 수 있다. (식 3.9)에서  $f_j = P(j \text{ 근속년차에 전역})$ ,  $w_j = P(j \text{ 근속년차까지 근속한 사람이 } j \text{ 근속년차에 전역})$ ,  $G_j = P(j \text{ 근속년차 이상 복무})$ 이라고 할 때,

$$f_j = w_j G_j, \quad G_j = (1 - w_1)(1 - w_2) \dots (1 - w_{j-1}) \quad (\text{식 3.9})$$

(식 3.9)에서  $w_j$ 가 주어지면  $f_j$ 가 구해짐을 알 수 있다. 단 2.1 절의  $w_j$ 와의 차이점은 순수한 전역자를 대상으로  $w_j$ 가 산출되었다는 점이다. 2.1절에서는 전역자 및 진급대상자가 다 포함된 상태에서의 전역비율인 반면, 여기서는 진급대상자는 제외한 전역비율이다. (식 3.9)를 이용하

면,  $\hat{m}_i = \sum_j \hat{f}_j \hat{t}_{ij}$ ,  $\hat{t}_{ij}$ 은  $i$ 차수로 진급유입한 사람이  $j$ 근속년차에 전역하는 경우의 평균 정체

기간의 추정치를 나타낸다. (식 3.7)의 전역자 평균정체기간의 추정치는  $E(\widehat{L}_2) = \sum_i \hat{m}_i \hat{t}_i$ 이며,

$\hat{t}_i = (p_i - \hat{s} \sum_j \hat{r}_{ij} q_j) / (1 - \hat{s})$ 이다.  $p_i$ 와  $q_j$ 는 진급정책으로 주어진다고 가정하였는데, 과거 자료를 이용한 추정도 가능하다.

#### 4. 진급계획 최적화 모형

미래의 진급계획을 세우는 경우, 전체 진급인원 뿐만 아니라 진급차수별 진급인원 배분도 계획을 하여야 한다. 현재 군의 경우, 일부 계급에서 운영병력과 정원과의 차이가 심하고 년도별 진급 꺾임의 차이가 매우 심한 편이다. 사실상 진급꺾임으로 진급인원을 결정한다면 진급형평성과 인사관리 측면에서 여러 가지 문제점이 발생한다. 운영병력을 정원에 조기에 일치시키고 진급대상자에게 공평한 진급기회를 부여하기 위해서는 인력운영 목표와 주어진 제약조건하에서 최적의 진급계획을 찾는 노력이 필요하다. 2절에 소개된 방법처럼 시나리오를 작성하여 시나리오별로 인력운영을 예측하여 최적의 대안을 찾는 것은 많은 시간과 노력을 요구한다.

현재의 군 인력운영과 인사제도의 특성을 고려하여, 개발이 진행 중인 진급계획 최적화 모형을 소개하면 다음과 같다. 인력운영 목표는 목표기간 동안 정원 대비 연말병력의 과부족을 최소화하는 것으로 정하였다. 이를 식으로 표현하면 목적식은  $minimize \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^I \alpha_t \beta_i (d_{it}^+ + d_{it}^-)$ 로

표현할 수 있는데,  $t$ 는 대상년도,  $i$ 는 계급,  $\alpha_t$ 는 년도별 비중,  $\beta_i$ 는 계급별 비중,  $d_{it}^+$ 는 정원 대비 초과 병력,  $d_{it}^-$ 는 정원 대비 부족 병력을 나타낸다. 목적식과 함께 주어지는 제약식은 연말병력 예측 공식인 (식 2.1), 임관동기별 진급 형평성을 위한 임관동기별 진출을 상한과 하한, 년도별 계급별 진급인원 상한과 하한, 진급차수별 진급선발비율 상한과 하한, 근속년수 기준 진급가능 시기의 제한 등이다. 최적화 모형의 최종 산출물은 년도별 진급차수별 적정 진급인원과 연말병력이다. 2절의 전역인원예측 방법은  $d_{it}^+$ 와  $d_{it}^-$  계산시 이용된다. 상기한 최적화 문제를 풀기 위한 방법으로는 선형계획법을 적용하고 있으며 소프트웨어는 SAS/OR를 사용하고 있다.

#### 5. 향후 연구 방향

지금까지 한국국방연구원에서 장교를 대상으로 개발이 진행 중인 인력계획모형을 소개하였다. 당 연구원에서는 인력계획모형구축사업을 연구원 핵심사업으로서 추진하고 있으며 국방중기계획 반영을 통해 중장기 연구사업으로 수행할 계획이다. 논문에서 언급되었지만, 인력운영예측결과와 정제기간 예측모형의 추정 방법과 오차에 대해서는 추가적인 연구가 필요한 실정이다. 또한 개인단위의 인적 특성을 고려한 인력운영예측 모형도 개발할 계획을 가지고 있다. 모형의 적용 대상 측면에서는 장교 뿐만 아니라 부사관, 군무원까지 점진적으로 확대할 계획이다.

#### 참고문헌

- Bartholomew, D. J., Forbes, A. F and McClean, S. I. (1992), *Statistical Techniques for Manpower Planning*, John Wiley & Sons, USA
- Miner, J. B. and Miner, R. G. (1973), *Personnel and Industrial Relations; A managerial Approach*, MacMillan Co, USA
- 조관호와 이현지 (2003), 국방인력정책분석을 위한 기반체계 구축, 한국국방연구원