平準化地域 高等學校 學生 配定問題에 관한 게임理論的 考察(1)

曺明煥 · 錢英燮

본 연구에서는 고교 평준화지역의 학생 배정 방식을 게임이론적으로 접근하여 분석하고 있다. 고등학교 학생 배정 방식은 多對一 매칭問題의 매칭規則으로 파악할 수 있으며, 바람직한 매칭규칙이 가져야 할 특성으로는 파레토 效率性과 戰略無用性 등을 들 수 있다. 2003년 시행된 전라북도, 경기도, 서울특별시의 고교 평준화지역 학생 배정 방식을 살펴본 결과, 이들 지역에서 시행된 배정 방식이 파레토 효율성과 전략무용성을 충족하지 못함을 보였다. 또한, 현행 고등학교 학생 배정 방식에 대한 대안으로 무작위 잠정적 허가방식, 무작위 순차적 독재방식, 무작위 우선교환 순환띠 방식 등을 소개하였다. 이중 무작위 잠정적 허가방식은 전략무용성만을 충족하며, 무작위 순차적 독재방식과 무작위 우선교환 순환띠 방식은 파레토 효율성과 전략무용성을 모두 충족한다.

1. 序 論

우리나라는 1973년 중학교 교육의 정상화, 국민의 교육비 부담 경감, 지역간 균형발전 도모 등을 위해 인문계 고등학교에 대해 학군제하에서 학생들을 추첨으로 배정하여 선발한다는 고교 입시제도 개선안을 마련하였고, 이에 따라 1974년부터 서울과 부산에서 高校 平準化를 실시하였다. 이후 고교 평준화는 학력 저하와 같은 교육의 효율성 상실, 학생의 학교 선택권 침해 등에 대한 논란에도 불구하고 형평성을 구현해야 한다는 국민적 합의를 바탕으로 보완을 거쳐 점차 확대 실시되었고, 그 결과 2003년도에는 서울특별시와 6개 광역시를 비롯한 전국의 20개 시에서 실시되고 있다.

고교 평준화는 우리나라의 높은 교육열과 이로 인한 교육정책에의 관심, 그리고 그 실효성 때문에 해마다 국민적 관심을 받아왔다. 특히 2002년 입시에서 나타났던 경기도 평준화지역 고교 배정과 관련한 일련의 사태는 국민의 관심을 보여 주는 대표적인 예라 할 수 있다.(2) 한편, 고교 평준화와 관련한 연구들에서는 대부분 고교 평준화로 인한 효율

(1) 이 논문은 2003년도 두뇌한국21 사업에 의하여 지원되었다. 이 논문을 읽고 유익한 논평을 해 준 허은정양에게 감사의 뜻을 표한다.

성의 상실, 또는 실질적인 평준화가 일어나고 있는가 등에 초점을 맞추어 분석하고 있으나,[(3)] 학생들을 고교에 배정하는 방식, 즉 學校 配定 알고리듬(algorithm)에 대한 연구는 부족한 실정이다.

현재 고교 평준화를 실시하는 지역에서 학생들을 배정함에 있어서는 무작위 추첨을 원칙으로 하면서 학생들의 선호를 약간 반영하고 있다. 이는 학생들에게 좀 더 유리한 배정을 이끌어내기 위함이며, 따라서 고교 배정 방법들 중에서 학생들에게 가장 바람직한 결과를 가져오는 방식에 대한 논의도 가능할 것이다. 또한 여러 배정 방법들의 특성을 파악하여 이들을 특성화하는 시도도 가능하다.

이러한 평준화지역 고등학교 학생 배정문제를 게임이론으로 접근하면 多對一 매칭問題(many-to-one matching problem)로 파악할 수 있다. 다대일 매칭문제는 두 종류의 경기자들이 있어 한 부류에 속한 경기자는 다른 부류에 속한 경기자 여러 명과 짝을 이룰 수 있는 상황을 말하며, 대표적인 예로는 학교 배정문제 외에도 病院·인턴 問題(hospital-intern problem), 會社·勤勞者 問題(firm-worker problem) 등을 들 수 있다.[(4)] 우리나라 고교 평준화지역의 학생 배정문제는 고등학교가 모든 학생들에 대해 無差別한 選好(indifferent preference)를 가지는 다대일 매칭문제의 특별한 경우로 이해할 수 있다. 다대일 매칭에 관한 연구는 Gale and Shapley(1962)에 의해 시작되었으며, 이후 Roth(1982, 1984, 1985), Sönmez(1996) 등에 의해 본격적으로 분석되었다. 이러한 연구에서는 주로 이론적 측면에서의 매칭규칙에 대한 특성 분석과 현실적 측면에서의 제도 분석 등에 중점을 두고 있다.[(5)]

또한, 고교 평준화지역의 학생 배정문제는 分割 不可能한 財貨들의 分配問題(indivisible goods allocation problem)로 이해할 수도 있다. 이는 고등학교가 학생들에 대해 무차별한 선호를 가지고 있기 때문에 가능하며, 이때 각 학교의 정원 한자리, 한자리는 하나의 분할 불가능한 재화로 간주된다. 분할 불가능한 재화들의 분배문제에 관해서는

(2) 이는 2002년도 고교 입시에서 경기도의 고교 배정 프로그램의 오류로 인해 신입생을 재배정하게 된 사태를 말한다.
(3) 이들 연구에서는 고교 평준화에 따른 효율성의 상실이 성적 상위집단에서 더 크게 나타난다는 점〔김태일(1998)〕과 평준화 실시로 인해 지역간 학력 격차가 더 커질 수 있다는 점〔이주경(2002)〕 등을 보여 주고 있다.
(4) 이에 반해 一對一 매칭問題(one-to-one matching problem)는 한 부류의 경기자가 다른 부류에 속한 경기자들 중 오직 한명과 짝을 맺는 문제로, 결혼문제를 예로 들 수 있다.
(5) 매칭규칙의 이론적 특성에 관한 연구로는 Roth(1982, 1985), Sönmez(1996) 등이 있으며, 현실의 제도분석에 관한 연구로는 Roth(1984), Balinski and Sönmez(1999), Abdulkadiroğlu and Sönmez(2003) 등이 있다. 개관서로는 Roth and Sotomayor(1990)를 들 수 있다.

Svensson(1999), Pápai(2000), Miyagawa(2002) 등의 연구가 있으며, 이들은 파레토 效率性, 戰略無用性 등을 충족시키는 분배 방법을 찾고자 노력하였다. 특히 Pápai(2000)에서는 파레토 효율성, 전략무용성 등을 충족하는 모든 분배 방법을 특성화하고 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 2장에서는 고교 배정 방법을 분석하기 위한 模型을 설정하고, 3장에서는 2003년도에 각 지역 고교 배정에서 사용한 방식을 소개하고, 그러한 방식들의 특성도 파악하고자 한다. 4장에서는 우리나라 고교 배정에서 대안으로 사용할 수 있는 방식들을 제시한 후, 그 특성들에 대해 논의하고자 한다. 마지막으로 5장에서는 이러한 논의를 종합함으로써 結論을 대신하고자 한다.

2. 模 型

고등학교 학생 배정문제는 多對一 매칭問題(many-to-one matching problem)로 파악할 수 있으며, 다대일 매칭문제는 다음에 설명하는 네 구성요소(H, S, Q, U)로 표현할 수 있다. 먼저 $H = \{h_1, \cdots, h_n\}$와 $S = \{s_1, \cdots, s_m\}$는 대상지역내[(6)] 고등학교의 집합 및 배정대상학생들의 집합을 나타낸다. 세번째 구성요소는 각 고등학교 h_i의 정원 q_{h_i}들의 벡터 $Q = (q_{h_1}, \cdots, q_{h_n})$이며, 입학전형을 통하여 선발된 각 학생은 반드시 하나의 고등학교에 배정되므로 $m \leq \sum_{h_i \in H} q_{h_i}$의 관계가 성립하게 된다.

다대일 매칭문제의 마지막 요소는 效用函數配列(utility profile) $U = (U_{s_i})_{s_i \in S}$이며 U_{s_i}는 학생 s_i가 고등학교들에 대해 지니고 있는 폰 노이만-모겐스턴 效用函數(von Neumann-Morgenstern utility function)이다.[(7)] 따라서 $U_{s_i}(h_j)$는 학생 s_i가 학교 h_j에 배정되었을 경우의 효용수준이며, $U_{s_i}(\emptyset)$은 어느 학교에도 배정받지 못했을 경우의 효용수준을 의미한다. 이 논문에서는 고등학교 배정대상학생의 효용함수가 서로 다른 고등학교에 대해 무차별한 경우는 없으며, 또한 고등학교에 배정받지 않는 것보다는 어떠한 고등학교라도 배정받는 것을 더 선호한다고 가정한다. 즉, 모든 $s_i \in S$에 대하여 U_{s_i}는 모든 h_i, $h_j \in H$, $h_i \neq h_j$에 대하여 $U_{s_i}(h_i) > U_{s_i}(h_j)$ 또는 $U_{s_i}(h_i) < U_{s_i}(h_j)$의 관계가 성립하며, 더 나아가서 $U_{s_i}(h_i) > U_{s_i}(\emptyset)$을 만족한다고 가정한다. 배정대상학생 s_i를 제외한 나머지 사람들의

(6) 여기서 대상지역이라 함은 지역별 고등학교 배정 방식에 따라 학생들이 지원 가능한 학교를 모두 포함하는 지역을 의미한다. 이는 각 지역에 따라 해당 시 전체이거나, 학군 또는 구역에 대응한다.

(7) 일반적으로 다대일 매칭문제의 네번째 요소는 $U = (U_i)_{i \in H \cup S}$으로 정의되나, 이 논문에서는 고등학교 평준화로 인해 고등학교들은 모든 학생들에 대하여 무차별하다고 가정하므로 고등학교의 학생에 대한 효용은 고려할 필요가 없게 된다.

효용함수들은 U_{-s_i}로 표시하도록 한다. 더 나아가서, 설명의 편의를 위하여 이 논문에서는 (H, S, Q)가 주어진 것으로 가정하고 논의를 전개하도록 한다.

(H, S, Q)가 주어졌을 때, 매칭(matching) μ는 다음의 성질을 만족시키는 $H \cup S$에서 $2^{H \cup S}$로 가는 함수이다.

(1) 모든 $h_i \in H$에 대하여, $|\mu(h_i)| \leq q_{h_i}$이고, $\mu(h_i) \subseteq S$이며,

(2) 모든 $s_i \in S$에 대하여, $|\mu(s_i)| \leq 1$이고, $\mu(s_i) \subseteq H$이며,

(3) 모든 $(h_i, s_j) \in H \times S$에 대하여, $s_j \in \mu(h_i) \Leftrightarrow \mu(s_j) = \{h_i\}$.

매칭 μ가 주어졌을 때 $\mu(s_i) = \{h_j\}$임은 학생 s_i가 고등학교 h_j에 배정되었다는 것을 의미한다. 편의상 h_i에 배정된 학생들이 s_j, s_k인 매칭 μ를 $\mu = (\cdots \overset{h_i}{s_j, s_k} \cdots)$로 표시한다. 또한 (H, S, Q)가 주어졌을 때, 가능한 모든 매칭들의 집합은 $\mathcal{M}$으로 표시한다.

매칭 μ와 μ'이 있어, 모든 배정대상학생 s_i에게 $U_{s_i}(\mu(s_i)) \geq U_{s_i}(\mu'(s_i))$의 관계가 성립하고, 적어도 한 학생 s_j에게 $U_{s_j}(\mu(s_j)) > U_{s_j}(\mu'(s_j))$의 관계가 성립한다면, 매칭 μ는 μ'보다 파레토 優越하다(μ Pareto dominates μ')고 하며, 매칭 μ에 대하여 이보다 파레토 우월한 매칭 μ'이 $\mathcal{M}$ 안에 존재하지 않는다면 매칭 μ는 파레토 效率的(Pareto efficient)이라고 한다. 주어진 효용함수 U에 대하여 모든 파레토 효율적인 매칭들의 집합은 $\mathcal{P}(U)$로 표현한다.[(8)]

그리고 주어진 $\mathcal{M}$에 대하여 복권(lottery) $\ell = (\ell_{\mu_k})_{\mu_k \in \mathcal{M}}$, $\sum_{\mu_k \in \mathcal{M}} \ell_{\mu_k} = 1$은 ℓ_{μ_k}의 확률로 매칭 μ_k을 실현시키는 것을 의미하며, 가능한 모든 복권들의 집합을 $\mathcal{L}$로 표시한다.[(9)] (H,

(8) 또한 매칭에 관하여 자주 논의되는 다른 개념으로는 안정성(stability)이 있다. 어떤 매칭 μ가 안정적이라 함은 매칭 μ가 (1)어떤 학생도 μ에서 배정된 학교보다 어느 학교에도 배정되지 않는 것을 더 선호하지 않고, (2)어떤 학교도 μ에서 배정받은 학생들 중 일부를 받지 않음으로써 개선할 수 있는 여지가 없으며, (3)어떤 학교와 학생 쌍에 대해서도 학생이 μ에서 배정된 학교 대신 다른 학교에 배정되는 것을 선호하면서, 동시에 이 학교는 μ에서 배정된 학생들과 이 학생으로 더 선호하는 집합을 구성하는 것이 불가능하다는 세 가지 조건을 만족함을 의미한다.

본 논문에서는 고교 평준화에 따라 고등학교들이 모든 학생 집합에 대하여 무차별하며, 모든 학생들은 아무 고교에 배정받지 못하는 것보다 어느 학교라도 배정받는 것을 더 선호한다고 가정하였다. 이에 따라 입학전형을 통과한 모든 학생이 각 학교에 배정된 매칭은 모두 안정적이기 때문에 본 논문에서는 안정성에 대한 자세한 논의를 하지 않겠다.

(9) 이러한 복권을 혼합매칭(mixed matching)이라 부르기도 하며, 이에 대해서도 파레토 효율성에 대한 논의가 가능하다. 즉, U가 주어져 있을 때 혼합매칭 ℓ과 ℓ'이 있어 모든 학생 s_i에게 $\sum_{\mu_k \in \mathcal{M}} \ell_{\mu_k} U_{s_i}(\mu_k(s_i)) \geq \sum_{\mu_k \in \mathcal{M}} \ell'_{\mu_k} U_{s_i}(\mu_k(s_i))$이 성립하고 적어도 한 학생 s_j에게 $\sum_{\mu_k \in \mathcal{M}} \ell_{\mu_k} U_{s_j}(\mu_k(s_j)) > \sum_{\mu_k \in \mathcal{M}} \ell'_{\mu_k} U_{s_j}(\mu_k(s_j))$가 성립한다면, ℓ이 ℓ'보다 사전적(ex ante)으로 파레토 優越하다고 한다. 그리고 혼합매칭 ℓ에 대해 이보다 사전적으로 파레토 우월한 매칭 ℓ'이 $\mathcal{L}$안에 존재하지 않는

S, Q)가 주어졌을 때, 매칭規則(matching rule)은 배정대상학생들이 표출한 효용함수에 따라 고등학교에 학생들을 배정하는 방식을 말한다. 즉, 배정대상학생들이 표출 가능한 모든 효용함수배열 U의 집합을 $\mathcal{U}$라고 두면, 매칭규칙 φ는 $\mathcal{U}$에서 $\mathcal{L}$로 가는 함수이다. $\varphi(U) = (\varphi_{\mu_k}(U))_{\mu_k \in \mathcal{M}}$의 원소 $\varphi_{\mu_k}(U)$는 효용함수배열 U에서 매칭 μ_k에 부여된 확률을 나타내게 된다.

바람직한 매칭규칙이 가져야 할 특성으로서는 파레토 效率性과 戰略無用性을 들 수 있다. 파레토 효율성은 다른 학생의 효용을 감소시키지 않고는 자신의 효용을 증가시킬 수 없음을 요구한다. 한편 전략무용성은 각 학생이 자신의 진정한 선호를 표출하는 것이 우월전략이 되기를 요구한다.

파레토 效率性(Pareto Efficiency): 모든 $U \in \mathcal{U}$에 대하여, 그리고 $\varphi_{\mu_k}(U) > 0$인 모든 μ_k에 대하여 $\mu_k \in \mathcal{P}(\mathrm{U})$이다.(10)

戰略無用性(Strategy-Proofness): 모든 학생에 있어 자신의 진실한 효용함수를 표출하는 것이 優越戰略(dominant strategy)이다. 즉, 모든 $s_i \in S$에게, 모든 U_{s_i} 및 U_{-s_i}에 대하여 $\sum_{\mu_k \in \mathcal{M}} \varphi_{\mu_k}(U'_{s_i}, U_{-s_i}) U_{s_i}(\mu_k(s_i)) > \sum_{\mu_k \in \mathcal{M}} \varphi_{\mu_k}(U_{s_i}, U_{-s_i}) U_{s_i}(\mu_k(s_i))$를 만족시키는 U'_{s_i}가 존재하지 않는다.(11)

여기서 파레토 효율성이 바람직한 매칭규칙이 가져야 할 특성 중 하나라고 하는 것은 논란의 여지가 없을 것이다. 또한 학생의 입장에서 자신의 진정한 선호를 표출함으로써 손해를 입지 않을까 걱정하는 일이 없도록 만든다는 점에서 전략무용성은 바람직한 매칭규칙이 가져야 할 특성 중 하나라고 볼 수 있다.

3. 2003年度 地域別 高等學校 學生 配定 方式

본 장에서는 2003년도에 실시된 각 지역별 고등학교 학생 배정 방식과 그 특성에 대하

다면 ℓ은 事前的으로 파레토 效率的이라고 한다.

(10) 이는 事後的(ex post) 의미에서의 파레토 효율성, 즉 매칭규칙이 적용된 이후 실현되는 모든 매칭이 파레토 효율적이라는 의미이다. 한편, Zhou(1990)는 사전적 파레토 효율성, 전략무용성, 對稱性(symmetry)을 모두 충족하는 매칭규칙이 존재하지 않음을 보였다.

(11) $\sum_{\mu_k \in \mathcal{M}} \varphi_{\mu_k}(U) U_{s_i}(\mu_k(s_i))$는 효용함수 U가 표출되었을 때 s_i의 期待效用(expected utility)이다.

〈表 1〉 道別 高等學校 平準化 施行 地域

관할 도	평준화 시행 도시
경기도	수원, 성남, 안양, 고양, 부천
충청북도	청주
전라북도	전주, 익산, 군산
경상남도	창원, 마산, 진주
제주도	제주

여 살펴보도록 하겠다.

2003년의 고교 평준화지역은 서울특별시와 부산, 대구, 인천, 광주, 대전, 울산광역시 및 13개 시이며, 서울특별시 및 6개 광역시를 제외한 13개 시는 〈表 1〉에서 보는 바와 같다. 이 도시들은 해당 시교육청이나 도교육청에서 정한 바에 따라 서로 다른 配定 方式을 사용하지만, 우선 고교 평준화의 적용을 받는 고등학교의 총정원에 맞도록 配定對象學生을 선별하며,(12) 각 학생들로부터 해당 지역내 고등학교들을 대상으로 일정 순위까지 배정받기를 희망하는 학교에 대한 優先順位를 제출하도록 하고, 또한 각 학교별 정원의 일정 부분에 대해서는 우선순위가 높은 학생들을 먼저 배정하는 등의 공통점을 가진다.(13) 각 교육청에서 이러한 배정 방법을 사용하는 것은 학생들의 선호를 반영하여 가급적 희망하는 학교에 배정하기 위해서이다.

각 교육청은 優先順位別 配定을 시행함에 있어 각 학교에 대하여 해당 정원보다 지망하는 학생수가 많을 경우 무작위 추첨 방식을 사용하여 학생을 선발하도록 하였다. 이는 고등학교가 학생들에 대한 선호를 표출할 기회를 차단함으로써 고교 평준화를 달성하고자 하는 것이다.

이러한 사항 외에 각 교육청의 배정 방법은 지망 학교의 수, 각 지망별 정원 충족비율 등에서 차이를 보이고 있는데, 각 지역별 고등학교 배정 방식은 〈附錄〉에 정리하였다. 본 논문에서는 이들 배정 방법 중 전라북도, 경기도 및 서울특별시의 고등학교 배정 방식에 초점을 맞추어 논의를 전개하도록 하겠다. 이들 지역을 선택한 이유는 전라북도의 경우 비교적 단순한 방식을 채택하고 있고, 경기도는 학군을 다시 구역으로 나누어 배정

(12) 모든 지역은 배정대상학생 선발시 남·여 동일한 합격선을 적용하며, 이렇게 선발된 남·여 학생들의 수에 따라 각 고교의 정원이 조정된다. 그리고 배정대상학생의 선별 방법은 지역에 따라 중학교 내신만을 기준으로 하거나, 별도의 선발고사와 내신을 함께 고려하는 등 약간의 차이가 있다.

(13) 학생 s_k가 h_i보다 h_j를 더 선호한다면 s_k는 h_i에 h_j보다 더 높은 우선순위를 부여한다.

하는 독특한 방식을 채택하고 있으며, 서울특별시는 적용받는 고교 및 학생의 수가 많기 때문이다.

3.1. 全羅北道 高等學校 配定 方式

본 절에서는 2003년 전라북도의 고등학교 배정 방식을 살펴보고 그 특성들을 논의하여 보고자 한다. 우선 전라북도내에서 고등학교 평준화를 실시하는 지역은 전주(제1학군), 군산(제2학군), 익산(제3학군) 등의 3개 시이며, 이들은 모두 전라북도 교육청이 정한 바에 따라 동일한 배정 방식을 사용하고 있다.

이들 시는 입학전형을 통하여 해당 지역내 고등학교 정원에 맞추어 배정대상학생들을 선발하게 된다. 학생의 선발은 선발고사 성적 72%와 내신성적 28%를 합한 점수로 이루어진다. 이렇게 선발된 학생들은 先複數支援·後抽籤方式으로, 즉, 자신이 속한 시의 고등학교들을 대상으로 배정받기를 희망하는 우선순위대로 3지망까지 제출하고 시는 이렇게 제출된 학생들의 선호를 반영하면서 추첨을 통해 각 학교에 학생들을 배정하게 된다.(14)

배정 방식을 보다 자세히 설명하면, 우선 각 학교는 그 학교를 1지망한 학생들을 우선적으로 배정받게 되는데 이때 어떤 학교에 정원보다 1지망한 학생이 많을 경우에는 추첨을 통하여 이 학교에 학생들을 배정하게 된다. 이렇게 1지망에 대한 배정이 끝나고 아직 정원이 채워지지 않은 학교가 있으면 그 학교를 2지망한 학생들로 남은 정원을 채우게 되며, 1지망의 경우와 마찬가지로 남은 정원보다 2지망한 학생이 많을 경우에는 추첨을 통하여 학생을 배정하게 된다. 2지망 배정 후에도 정원이 채워지지 않은 학교가 있으면 1, 2지망과 마찬가지 방법으로 3지망 학생들로 정원을 채우며, 3지망까지 배정이 끝난 이후에도 배정받지 못한 학생들은 정원이 채워지지 않은 학교에 無作爲 抽籤을 통하여 배정을 하게 된다.

이러한 배정 방식은 학생들이 고등학교들에 대한 선호를 제출하고, 그에 따라 각 학교에 학생들을 배정한다는 점에서 2장에서 설명한 매칭規則으로 이해할 수 있다. 전라북도 배정 방식으로 나타나는 결과는 파레토 效率的인 결과를 보장하지 못하는데, 이는 3지망까지 고등학교를 배정받지 못한 학생들 전체에 대해서 이들의 선호를 전혀 고려하지 않고 무작위 추첨을 통하여 정원이 차지 않은 고등학교에 배정하기 때문이다.

만약 각 학생들이 해당 지역내 모든 고등학교에 대하여 지망하는 우선순위를 제출하고, 전라북도에서 시행한 배정 방식을 모든 지망에 대하여 적용한다면 결과로 나오는 매

(14) 이러한 배정 방식은 지망 학교수만 다르게 하여 경상남도와 제주도에서도 시행하고 있다.

칭은 파레토 효율적이다. 실제로 이러한 방식은 제주도에서 채택되었고, 이 논문에서는 이러한 배정 방식을 '濟州道 高校 配定 方式'이라 부르겠다.(15)

定理 1: 제주도 고교 배정 방식은 파레토 효율적이다.

證明: 매칭 μ를 제주도 고교 배정 방식으로 실현 가능한 매칭 중의 하나라고 두자. 만약 μ가 파레토 효율적이지 않다고 하면, 학생들의 학교에 대한 선호에서 무차별한 경우는 없다고 가정하였으므로 어떤 매칭 μ'이 존재하여, μ'에서 μ에서와 다른 학교를 배정받는 학생들이 모두 개선되도록 만들 수 있을 것이다. 이때 μ'에서 개선되는 모든 학생들의 집합을 $\bar{S}$라 하고, $\bar{S}$안의 어떤 s를 s_1이라 하자. 그러면 μ에서 학교의 정원이 다 채워져 있기 때문에 $\mu(\mu'(s_1))$ 안에 반드시 $s \in \bar{S}$가 존재하여야만 한다. 이 중 어떤 s를 s_2라 하자. 마찬가지의 방식으로 s_i에 대하여 s_{i+1}을 구성할 수 있으며, $\bar{S}$가 유한집합이므로 이는 $\bar{S}$안에서 반드시 적어도 하나의 循環띠(cycle)를 이루게 된다. 즉, $s_{I+1} = s_1$인 $\{s_1, s_2, \cdots, s_I\} \subset \bar{S}$가 존재한다. 이제 제주도 고교 배정 방식을 고려하면 s_i보다 s_{i+1}이 $\mu(s_{i+1})$에 대하여 더 높은 우선 순위를 주어야 한다. 즉, s_i가 $\mu(s_i)$와 $\mu'(s_i)(= \mu(s_{i+1}))$를 각각 m_i와 l_i번째로 선호한다고 표출하면 m_i와 l_i 사이에는 $m_1 > l_1 \geq m_2 > l_2 \geq m_3 > \cdots \geq m_I > l_I \geq m_1$의 관계가 성립해야 하는데, 이는 $m_1 > m_1$이라는 모순을 유발하게 된다. ■

다음 例 1에서는 전라북도 고교 배정 방식이 戰略無用性을 충족하지 못하고 있음을 보여 주겠다. 이 例는 제주도 고교 배정 방식에 대해서도 동일하게 적용될 수 있다.

例 1: 전라북도 고교 배정 방식은 戰略無用性을 충족하지 않음.

$H = \{h_1, h_2, h_3\}$, $S = \{s_1, s_2, s_3, s_4, s_5, s_6\}$, $Q = (2, 2, 2)$인 市를 고려하자. 배정대상학생 s_i들의 진실한 효용함수 U_i와 s_1의 거짓된 효용함수 U'_1은 다음과 같이 주어져 있다.

(15) 이는 학교의 선호가 모든 학생에 대해 무차별하다고 가정한 후 추첨을 도입한 Gale and Shapley(1962)의 暫定的 許可 方式(deferred-acceptance procedure)으로 간주할 수 있다.

$$U_{s_1}(h_1) > Us_1(h_2) > U_{s_1}(h_3),\ U'_{s_1}(h_2) > U'_{s_1}(h_1) > U'_{s_1}(h_3),$$
$$U_{s_2}(h_1) > U_{s_2}(h_2) > U_{s_2}(h_3),$$
$$U_{s_3}(h_1) > U_{s_3}(h_2) > U_{s_3}(h_3),$$
$$U_{s_4}(h_1) > U_{s_4}(h_2) > U_{s_4}(h_3),$$
$$U_{s_5}(h_1) > U_{s_5}(h_2) > U_{s_5}(h_3),$$
$$U_{s_6}(h_1) > U_{s_6}(h_2) > U_{s_6}(h_3).$$

이때 s_1 입장에서 진실한 효용함수 U_{s_1}을 표출했을 경우, 이 학생은 각각 $\frac{1}{3}$의 확률로 h_1, h_2, h_3에 배정받게 되고 이에 따른 기대효용은 $EU_{s_1} = \frac{1}{3}U_{s_1}(h_1) + \frac{1}{3}U_{s_1}(h_2) + \frac{1}{3}U_{s_1}(h_3)$이다. 또한 s_1이 거짓된 효용함수 U'_{s_1}을 드러낼 경우 기대효용은 $EU'_{s_1} = U_{s_1}(h_2)$이다. 여기서 EU_{s_1}과 EU'_{s_1} 사이에는 $U_{s_1}(h_1) - U_{s_1}(h_2) < U_{s_1}(h_2) - U_{s_1}(h_3)$일 경우 $EU_{s_1} < EU'_{s_1}$의 관계가 성립하게 되는데, 이는 s_1이 거짓된 효용함수 U'_{s_1}을 표출할 유인이 있음을 의미한다. 따라서 전라북도 고교 배정 방식은 전략무용성을 충족하지 못한다. ■

이상의 논의로부터 우리는 다음의 결과를 얻을 수 있다.

定理 2: 全羅北道 高校 配定 方式은 파레토 效率性과 戰略無用性을 충족하지 못한다.

여기서 파레토 효율성 달성의 실패는 학생들의 선호를 충분히 반영하지 못해서이며, 만약 제주도 고교 배정 방식과 마찬가지로 학군내 전체 고등학교에 대한 학생들의 선호를 모두 반영하여 고교 배정을 시행한다면 파레토 효율성은 쉽게 달성될 수 있다. 한편, 전라북도 고교 배정 방식은 다른 지역에서 채택하고 있는 배정 방식보다 비교적 단순하다고 볼 수 있으며 이는 현실 적용에 있어서 장점이라고 할 수 있다.

3.2. 京畿道 高等學校 配定 方式

이제 2003년 경기도 고교 평준화지역의 배정 방식을 설명하고자 한다. 경기도는 수원시, 성남시, 부천시, 고양시, 안양권의 5개 학군으로 이루어져 있으며, 여기에서 學群이란 고교 평준화가 실시되는 각 지역으로 각 학군의 학생은 학군내의 고등학교에 지원하게 된다. 또한 區域은 평준화의 본래 취지인 近距離 學校 配定을 위해 학군을 2~5개로 세분한 것으로 수원은 1구역(장안구, 권선구 북부)과 2구역(팔달구, 권선구 남부)의 2개 구역, 성남시는 수정·중원구역, 분당구역의 2개 구역, 고양시는 덕양구역, 일산구역의 2개 구역, 안양권은 안양동안구역, 안양만안구역, 과천구역, 군포구역, 의왕구역의 5개

〈表 2〉京畿道 平準化地域 學群別 區域 및 1段階 配定 比率

평준화지역	구역수	구역	1단계 배정비율(%)
수원시	2	1구역(장안구, 권선구북부), 2구역(팔달구, 권선구남부)	50
성남시	2	수정·중원 구역, 분당구역	50
안양권	5	안양 동안구역, 안양 만안구역, 과천구역, 군포구역, 의왕구역	40
고양시	2	덕양구역, 일산구역	50
부천시	1	구역 없음	100

구역, 부천시는 단일구역으로 이루어져 있다.

각 학군내의 고등학교를 지망하는 모든 학생은 원서에 해당 학군 소재 일반계 고등학교들에 대해서는 5개 학교까지, 그리고 출신중학교 소재 구역에 있는 고등학교 전체에 대하여 優先順位를 표시하게 되며, 배정대상학생은 각 학군별로 전체 고등학교 정원에 맞추어 선발고사 시험성적 100점과 중학교 3개 학년의 내신성적 200점을 합한 점수로 선발한다.

위의 과정을 거쳐 선발된 학생들에 대한 고교 배정은 1단계와 2단계로 나누어 이루어진다. 1段階 配定은 구역에 관계없이 학군 전체의 고등학교에 대한 학생들의 우선순위를 기준으로 입학정원의 일정비율 이내에서 이루어지고,(16) 2段階 配定은 1단계 배정에서 배정받지 못한 학생들을 대상으로 각 학생들의 출신 중학교가 소재한 구역내 고등학교에 대한 지원 우선순위에 따라 이루어진다. 각 학군별 구역 및 1단계 배정 비율은 〈表 2〉와 같다.

각 학군별 1단계 배정에서 학생은 자신이 1지망한 고등학교에 우선적으로 배정되며, 1지망한 학생수가 1단계 배정 정원보다 많은 고등학교를 지원한 학생들에 대해서는 추첨을 통하여 배정자를 결정하게 된다. 이렇게 해서 1지망 고등학교에 배정되지 못한 학생은 2지망 학교가 그 학교를 1지망한 학생들에 의해 1단계 배정정원이 충족되지 않은 경우에 한해 그 학교에 배정되며, 이 학교에서 2지망 학생들이 1단계 배정정원을 넘을 경우 2지망 학생들을 대상으로 추첨을 실시하여 배정자를 선별하게 된다. 이러한 과정을 5지망까지 되풀이하여 1단계 배정을 마치게 되며, 1단계 배정에서 고등학교를 배정받지

(16) 예로 성남시의 어떤 고등학교의 정원이 450명이고, 성남시의 1단계 배정비율이 50%라면, 이 학교는 1차배정에서 최대 225명까지 학생을 배정받을 수 있다.

못한 학생은 2단계 배정으로 넘어가게 된다.

2段階 配定에서는 1단계 배정에서 배정받지 못한 학생들을 자신의 출신 중학교가 속한 구역내 고등학교들에 대한 우선순위를 기준으로 1단계 배정과 유사한 방식으로 배정하게 된다. 이때 어떤 구역에서는 1단계 배정에서 배정받지 못한 학생들의 수가 그 구역내에 소재한 고등학교들의 정원보다 모자라거나 넘치는 경우가 있을 수 있는데, 이 경우는 해당 구역내 정원을 2단계 배정대상학생에 맞추어 각 학교의 정원을 조정함으로써 해결한다. 따라서 1단계 배정에서 배정받지 못한 모든 학생은 2단계 배정에서 자신의 출신 중학교가 속한 지역에 배정받게 되는 것이다.

경기도 고교 배정 방식은 학생들이 학군내 고등학교들에 대한 선호를 제시하고 이에 따라 고등학교를 배정한다는 점에서 역시 2장에서 설명한 매칭規則으로 이해할 수 있다. 이때 주의할 점은 1단계 배정 인원을 정하는데 기준이 된 각 학교의 정원은 임시적으로 주어진 정원에 불과하며, 모형에서 의미하는 각 학교의 정원은 경기도 배정 방식에 따라 자신에게 배정될 수 있는 모든 학생들을 수용할 수 있을 만큼 크다는 점이다.(17)

이제 경기도 고교 배정 방식의 특성을 살펴보도록 한다. 다음의 例 2에서 쉽게 확인할 수 있듯이 경기도 교교 배정 방식은 파레토 효율성을 충족시키지 않는다.

例 2: 京畿道 高校 配定 方式은 파레토 效率性을 충족하지 않음.

$H = \{h_1, h_2\}$, $S = \{s_1, s_2, s_3, s_4\}$, $Q = (4, 4)$인 학군을 상정하자. 또한 이 학군은 두개의 구역(구역 1, 구역 2)으로 이루어져 있으며, h_1, s_1, s_2는 구역 1에, h_2, s_3, s_4는 구역 2에 속해 있다. 그리고, 각 학교의 임시정원은 $\tilde{Q} = (2, 2)$이며, 1단계 배정비율은 50%이다.

배정대상학생들의 선호는 다음과 같다.

$$U_{s_1}(h_2) > U_{s_1}(h_1),\ U_{s_2}(h_2) > U_{s_2}(h_1),$$
$$U_{s_3}(h_1) > U_{s_3}(h_2),\ U_{s_4}(h_1) > U_{s_4}(h_2).$$

그러면 2003년도 경기도 배정 방식은 다음의 매칭들을 각각 $\frac{1}{4}$의 확률로 실현한다.

(17) 만약 임시적으로 주어진 각 학교의 정원을 모형에서의 정원으로 이해한다면 경기도 배정 방식에 따라 나타나는 결과가 매칭이 되지 않는 경우, 즉 어떤 학교에 대해 배정된 학생 수가 이 학교의 정원보다 많은 경우가 발생할 수 있다.

$$\mu_1 = \begin{pmatrix} h_1 & h_2 \\ s_1, s_3 & s_2, s_4 \end{pmatrix},\ \mu_2 = \begin{pmatrix} h_1 & h_2 \\ s_1, s_4 & s_2, s_3 \end{pmatrix},$$
$$\mu_3 = \begin{pmatrix} h_1 & h_2 \\ s_2, s_3 & s_1, s_4 \end{pmatrix},\ \mu_4 = \begin{pmatrix} h_1 & h_2 \\ s_2, s_4 & s_1, s_3 \end{pmatrix}.$$

한편 파레토 효율적인 유일한 매칭은 $\mu_0 = \begin{pmatrix} h_1 & h_2 \\ s_3, s_4 & s_1, s_2 \end{pmatrix}$인데, 이로부터 경기도 고교 배정 방식이 파레토 효율적인 매칭규칙이 아니라는 것은 쉽게 확인할 수 있다. ■

또한 경기도 고교 배정 방식은 戰略無用性도 충족하지 못한다. 이는 (H, S, Q, U)를 例 1과 동일하게 주고, h_3, s_1, s_2는 1구역에, h_1, h_2, s_3, s_4, s_5, s_6은 2구역에 속해 있으며, 임시정원은 $\tilde{Q} = (2, 2, 2)$인 학군을 고려함으로써 쉽게 확인할 수 있다. 이상의 논의를 종합하면 다음의 결과를 얻을 수 있다.

定理 3: 京畿道 高校 配定 方式은 파레토 效率性과 戰略無用性을 충족하지 못한다.

한편, 경기도 고교 배정 방식이 정원의 일정 부분을 학군내 전체 학생들을 대상으로 배정하고 나머지 정원을 구역내에 한정시켜 배정하는 데에는 학생들을 근거리에 배정하면서도 학생들의 선호를 반영하고자 하는 의도가 담겨 있다. 따라서 경기도 고교 배정 방식이 모든 학생들을 해당 구역내 고등학교에 배정하는 방식보다 학생들의 선호를 더 잘 반영하여 파레토 우월한 결과를 가져올 것이라는 기대를 할 수 있는데, 다음의 例 3에서는 경기도 고교 배정 방식이 각 구역별로 모든 학생들을 배정하는 방식보다 반드시 파레토 우월한 결과를 가져오지는 않는다는 점을 보여 주고 있다.

例 3: 京畿道 高校 配定 方式의 파레토 優越性 與否.

$H = \{h_1, h_2\}$, $S = \{s_1, s_2, s_3, s_4\}$, $Q = (4, 4)$인 학군을 상정하자. 또한 이 학군은 구역 1과 구역 2로 이루어져 있으며, h_1, s_1, s_2는 구역 1에, h_2, s_3, s_4는 구역 2에 속해 있다. 한편, 각 학교의 임시정원은 $\tilde{Q} = (2, 2)$이고, 1단계 배정비율은 50%이다.

배정대상학생들의 선호는 다음과 같다.

$$U_{s_1}(h_1) > U_{s_1}(h_2),\ U_{s_2}(h_1) > U_{s_2}(h_2),$$
$$U_{s_3}(h_1) > U_{s_3}(h_2),\ U_{s_4}(h_1) > U_{s_4}(h_2).$$

그러면 경기도 고교 배정 방식은 $\frac{1}{12}$의 확률로 매칭 $\mu_1 = \begin{pmatrix} h_1 & h_2 \\ s_1, s_3 & s_2, s_4 \end{pmatrix}$을 실현한다. 한편, 모든 학생을 해당 구역내 고등학교에 한정시켜 배정하는 방식은 항상 $\mu_2 = \begin{pmatrix} h_1 & h_2 \\ s_1, s_2 & s_3, s_4 \end{pmatrix}$의 결과를 가져온다. 여기서 매칭 μ_1과 μ_2를 비교해 보면, s_2의 경우 μ_2에서보다 μ_1에서 더 나빠졌으므로 μ_1이 μ_2보다 파레토 우월하다고 말할 수 없다. 즉, 경기도 평준화지역 고교 배정 방식이 모든 학생들을 구역내에 한정시켜 배정하는 방식보다 항상 학생들에게 더 바람직한 결과를 낳는다고 할 수는 없다. ■

3.3. 서울特別市 高等學校 配定 方式

이제 고등학교와 학생의 수가 가장 많은 서울특별시의 고교 배정 방식을 살펴보도록 하자. 서울시는 전역에 걸쳐 學群別로 고등학교 배정을 실시하고 있으며, 서울시의 학군은 총 11개로 〈表 3〉에서는 학군별 해당지역을 보여 주고 있다. 그리고 서울시의 고교 배정 대상이 되는 학생은 중학교 석차연명부의 개인별 석차 백분율에 의거하여 서울시 전체 고등학교의 정원과 맞추어 선발된다.

서울시 고등학교 배정의 가장 큰 특징은 先複數支援 配定과 一般抽籤 配定의 두 단계로 이루어진다는 점이다. 先複數支援 配定은 서울시 전역에 거주하는 학생들을 대상으로 희망자에 한하여 학생의 거주지와 관계없이 서울시청 반경 4km 범위내의 학교, 용산구 소재 3개 학교 등 총 29개 학교를 대상으로 2~3지망까지 선복수지원하게 한 후 배정한다는 것이다. 서울시에서 이러한 방식을 채택한 이유는 해당 지역이 서울시 전역에서 교통이 비교적 편리하고, 이 지역내 거주학생이 부족하기 때문이다. 또한 선복수지원은 의무사항이 아니므로 이를 희망하지 않는 학생들은 자신이 속한 학군내에서 배정을 받을

〈表 3〉 서울特別市 學群別 地域區分

학군	소속지역	학군	소속지역
동부	동대문구, 중랑구	강서	강서구, 양천구
서부	마포구, 서대문구, 은평구	강남	강남구, 서초구
남부	영등포구, 구로구, 금천구	동작	동작구, 관악구
북부	노원구, 도봉구	성동	성동구, 광진구
중부	종로구, 중구, 용산구	성북	강북구, 성북구
강동	강동구, 송파구		

수 있다. 선복수지원자에 대한 고교 배정 방식은 3.1절에서 살펴본 전라북도 고교 배정 방식과 동일하다. 즉, 각 학교별로 1순위 지원자로 일단 정원을 충당하고, 이후 남은 정원에 대해서는 2순위 지원자, 그후 남은 정원에 대해서는 3순위 지원자로 미달 정원을 충당하게 된다. 여기서 3순위 지원자로도 학교의 정원이 충당되지 않는다면 남은 정원에 대해서는 일반추첨 배정에서 충당하게 된다.

一般抽籤 配定은 각 학군내 전체 학생 및 고등학교를 대상으로 무작위 추첨을 통하여 이루어진다. 이때 선복수지원 대상학교는 선복수지원 배정 후 남은 정원에 대해서만 일반추첨 배정을 받게 된다.

이러한 서울시 고교 배정 방식은 선복수지원 배정과 일반추첨 배정이라는 두 매칭규칙이 혼합된 것으로 이해할 수 있다. 선복수지원 배정 방법은 H와 S를 각각 선복수지원 대상학교와 선복수지원 희망 학생으로 정의했을 때, 전라북도 고교 배정 방식과 동일하다. 한가지 주의할 점은 선복수지원 희망 학생들의 수가 선복수지원 학교들의 전체 정원보다 많을 수 있다는 것인데, 이러한 점 때문에 분석이 달라지지는 않는다. 따라서 선복수지원배정 방식은 3.1절에서 본 바와 같이 파레토 效率性을 충족하지 않으며, 戰略無用性도 충족하지 않는다고 결론 내릴 수 있다. 물론 선복수지원 대상학교 전체에 대하여 학생들이 선호를 제출한다면 그러한 선복수지원 배정 방법은 파레토 효율성을 충족하게 된다.

일반추첨 배정은 H와 S를 각 학군내에서 선복수지원 배정 후 아직 배정받지 못한 고교와 학생의 집합으로 정의함으로써 매칭규칙이 된다. 이는 학생들의 선호를 전혀 고려하지 않고 학군내 고등학교에 無作爲的으로 配定하는 방식이기 때문에 파레토 효율성을 충족하지 못함은 자명하다. 그러나 일반추첨 배정은 전략무용성은 충족하는데 이는 이 배정 방식이 학생들의 선호를 전혀 고려하지 않기 때문에 어떤 학생이 자신의 효용을 바꾸어 표출하더라도 결과에 영향을 미치지 않기 때문이다.

이 두 가지 매칭규칙이 혼합된 서울시 고교 배정 방식은 파레토 효율성과 전략무용성 어느 한 가지도 충족하지 않는다.

定理 4: 서울市 高校 配定 方式은 파레토 效率性과 戰略無用性을 충족하지 못한다.

지금까지 전라북도, 경기도, 그리고 서울특별시의 고교 배정 방식을 살펴보았다. 이들이 채택하는 방식은 서로 다르지만 모두 파레토 효율성과 전략무용성을 충족시키지 못하고 있으며, 따라서 이들 지역에서 채택하고 있는 방식이 바람직한 고교 배정 방식이라고

보기는 어렵다.

4. 學生 配定問題에 대한 다른 規則들과 그 特性

고교 평준화지역 배정은 2003년에 전국 20개 시에서 12가지 다른 방식으로 이루어졌는데, 앞서 살펴본 전라북도, 경기도, 서울시를 제외한 지역에서 채택하고 있는 방식도 이미 설명한 방법들과 크게 다르지 않다. 즉, 모든 지역에서 학생의 선호를 제출받아 이를 반영하는 무작위 추첨의 방식을 채택하고 있다. 이 중 제주도를 제외한 나머지 지역은 학교에 대한 학생들의 선호를 완전하게 고려하지 않고 있으므로 파레토 효율성을 달성하지 못한다.(18) 또한 모든 지역에서 전라북도 고교 배정 방식과 비슷하게 학생들의 학교에 대한 우선순위에 따라 무작위 추첨방식을 사용하고 있으므로 例 1에서 본 것처럼 어느 지역의 고교 배정 방식도 전략무용성을 충족하지 않는다.

따라서 바람직한 매칭규칙이 가져야 할 특성인 파레토 效率性과 戰略無用性을 충족시키는 고교 배정 방법에 대한 논의가 필요하며, 다음에서는 이와 관련된 매칭規則들을 소개하도록 한다.

4.1. 無作爲 暫定的 許可方式

다대일 매칭문제에 대한 최초의 분석은 Gale and Shapley(1962)에 의해 이루어졌으며, 이들은 다대일 매칭문제에 대한 매칭규칙으로 暫定的 許可方式(deferred acceptance rule)을 제시하였다. 다음에 소개되는 無作爲 暫定的 許可方式(random deferred acceptance rule)은 학교가 학생들에 대하여 무작위적으로 우선순위를 부여한다는 점을 제외하고는 Gale and Shapley(1962)의 잠정적 허가방식과 동일하다.

無作爲 暫定的 許可方式(Random Deferred Acceptance Rule)

- 각 학교는 모든 배정대상학생들에 대하여 무작위적으로 우선순위를 부여한다. 이때 동일한 학교에서 동일한 우선순위를 배정하는 학생들은 없으며, 학교별로 학생들에 대해 우선순위가 다르게 주어져도 된다.(19)

---

(18) 인천광역시의 경우 각 학교군내에서는 학생들의 선호를 완전하게 반영하지만, 공동학교학군에 우선배정이 이루어짐에 따라 파레토 효율성을 달성하지 못한다.

(19) 이때 학교들에 부여될 수 있는 우선순위의 수는 $(|S|!)^{|H|}$이며, 각각의 우선순위가 부여될 확률은 $\dfrac{1}{(|S|!)^{|H|}}$로 동일하다.

- 각 학생은 자신이 가장 선호하는 학교를 지망한다.
- 각 학교는 자신에게 지망한 학생들 중에서 우선순위가 앞서는 학생들을 정원내에서 잠정적으로 배정받는다.
- 여기서 학교에 배정받지 못한 학생은 다시 아직 지망한 적이 없는 학교 중 자신이 가장 선호하는 학교에 지망한다.
- 각 학교는 여기서 지망받은 학생과 이미 잠정적으로 배정된 학생들 중 우선순위가 앞서는 학생들을 정원내에서 다시 잠정적으로 배정받게 된다.
- 이러한 과정을 학생들이 모두 배정될 때까지 반복하고 모든 학생들의 배정이 끝나면 그것을 최종 배정으로 한다.

다음의 例 4에서는 무작위 잠정적 허가방식이 실제로 어떻게 적용되는지를 보여 주고 있다.

例 4: 無作爲 暫定的 許可方式의 적용 예.

$H = \{h_1, h_2, h_3\}$, $S = \{s_1, s_2, s_3\}$, $Q = (1, 1, 1)$인 학군을 고려하자. 이때 학생들의 효용함수는 다음과 같이 주어져 있다.

$$U_{s_1}(h_2) > U_{s_1}(h_1) > U_{s_1}(h_3),$$
$$U_{s_2}(h_1) > U_{s_2}(h_2) > U_{s_2}(h_3),$$
$$U_{s_3}(h_1) > U_{s_3}(h_2) > U_{s_3}(h_3).$$

우선 각 학교별로 학생들에게 무작위적으로 부여된 우선순위가 다음과 같다고 하자.

$$h_1:\ s_1 - s_3 - s_2,\ h_2:\ s_2 - s_1 - s_3,\ h_3:\ s_2 - s_1 - s_3.$$ [20]

그러면, 첫단계에서 s_1는 h_2를, s_2는 h_1을, s_3는 h_1을 각각 지망하고, h_1와 h_2는 각각 s_3와 s_1을 잠정적으로 배정받게 된다. 다음 단계에서 s_2는 h_2에 지망하게 되고 h_2는 s_2를 잠정적으로 배정하고, 그러면 배정이 취소된 s_1는 다시 h_1을 지망하며, h_1은 s_3의 배정을

(20) 학교 h_1의 경우 s_2보다 s_3에게, s_2보다 s_1에게 더 높은 우선순위를 부여했음을 의미한다.

취소하고 s_1을 잠정적으로 배정하게 된다. 다시 s_3는 h_2에 지망하고 h_2는 여전히 s_2를 잠정적으로 배정하면 최종적으로 s_3가 h_3에 지망하고 h_3가 s_3를 잠정적으로 배정함으로써 배정이 끝나게 된다. 이러한 과정을 거쳐 최종적으로 나오는 매칭은

$$\mu = \begin{pmatrix} h_1 & h_2 & h_3 \\ s_1 & s_2 & s_3 \end{pmatrix}$$

이다. ■

우선 무작위 잠정적 허가방식은 전략무용성을 충족한다. 이는 잠정적 허가방식하에서는 학교가 학생에 대하여 어떠한 선호를 가지고 있다 하더라도 진실한 선호를 표출하는 것이 각 학생들의 優越戰略(dominant strategy)이 된다는 이전의 연구결과〔Roth(1985)〕로부터 바로 확인할 수 있다.

그러나 이 매칭규칙은 다음의 例 5에서 쉽게 확인할 수 있듯이 파레토 효율성은 충족하지 못한다.

例 5: 無作爲 暫定的 許可方式은 파레토 效率性을 충족하지 않음.

例 4의 무작위 잠정적 허가방식에 의해 나타난 매칭 μ와 다음의 매칭 μ'을 비교해 보자.

$$\mu' = \begin{pmatrix} h_1 & h_2 & h_3 \\ s_2 & s_1 & s_3 \end{pmatrix}.$$

그러면 s_1과 s_2는 μ보다 μ'에서 배정된 학교를 더 선호하고 s_3는 동일한 학교에 배정되었으므로 매칭 μ'는 매칭 μ보다 파레토 우월하다. 따라서 무작위 잠정적 허가방식은 파레토 효율성을 충족하지 못한다. ■

위의 논의로부터 다음의 定理를 얻을 수 있다.

定理 5 〔Roth(1985), Abdulkadiroğlu and Sönmez(2003)〕: 無作爲 暫定的 許可方式은 戰略無用性을 충족하지만, 파레토 效率性은 충족하지 않는다.

한편, 우리나라 고등학교 학생 배정문제에서는 각 학생들을 자신이 사는 곳과 가까운 학교에 배정하고자 하는 近距離 配定도 중요한 고려요소 중 하나이다. 이에 따라 잠정적 허가방식을 적용함에 있어 학교와 얼마나 가까운 곳에 사는가를 기준으로 각 학생들에 대한 우선순위를 매기는 방법을 생각해 볼 수도 있다. 물론 학생들에 대한 각 학교의 우선순위를 정함에 있어 근거리를 기준으로 할지라도 이 매칭규칙은 전략무용성은 충족시키나, 파레토 효율성 달성에는 실패하게 된다는 점에는 변함이 없다.

이렇게 근거리를 우선순위 부여의 기준으로 삼아 잠정적 허가방식을 사용하여 학생들을 배정하게 된다면, 어떤 학생이 이미 배정된 학교보다 더 선호하는 학교로 배정받기 위해서는 더 선호하는 학교에서 이 학생보다 근거리에 사는 학생을 다른 학교로 보내야 하는 경우가 반드시 발생하여야 한다. 이는 잠정적 허가방식에서 어떤 학생이 최종적으로 배정된 학교보다 더 선호하는 학교에 배정받지 못한 이유는 그 학교에 배정된 학생들이 이 학생보다 근거리에 살아서 우선순위가 앞서기 때문이다.[21] 또한 근거리를 우선순위의 기준으로 삼아 잠정적 허가방식을 사용하여 얻어지는 배정은 앞에서 설명한 특성, 즉 모든 학생에 있어 현재 배정된 학교보다 더 선호하는 학교에 배정받기 위해서는 반드시 이 학교에 배정된 학생 중 자신보다 근거리에 사는 학생을 다른 학교로 보내야만 한다는 특성을 지닌 다른 모든 매칭보다는 파레토 우월하다〔Gale and Shapley(1962)〕.[22]

4.2. 無作爲 順次的 獨裁方式

이제 본 절에서는 파레토 효율성 및 전략무용성을 동시에 충족시키는 매칭규칙을 찾아보기로 한다. 학교가 학생에 대하여 선호를 가지지 않는 상태에서의 다대일 매칭문제는 分割 不可能한 財貨들의 分配問題(indivisible goods allocation problem)와 정확히 일치한다. 분할 불가능한 재화들의 분배문제란 나누어 가질 수 없는 재화들을 각 개인에게 많아야 하나씩 분배해야 하는 경우를 말한다. 고등학교 학생 배정문제는 학군내 고등학교들의 수만큼 재화가 존재하고 각 재화는 해당 고등학교의 정원만큼 존재하는 분할 불가능한 재화들의 분배문제로 이해할 수 있으며, 이러한 맥락에서 파악된 파레토 효율적이면서 전략무용성을 충족하는 분배 방법에 대한 결과들을 응용할 수 있다.

분할 불가능한 재화들의 분배문제에서는 順次的 獨裁方式(serial dictatorship)이 자주 언급된다.[23] 이는 사람들에게 순차적으로 우선권을 주고, 차례대로 자기 순서가 돌아왔을

(21) 어떤 매칭규칙에 의해 나타나는 매칭이 항상 안정적이라면 이러한 매칭규칙은 安定的(stable)이라고 한다. 본문에서 언급된 내용은 학교가 학생에 부여하는 우선순위를 학교의 선호로 이해했을 때 잠정적 허가방식이 안정적 매칭규칙이 되기 때문이다.

(22) 따라서 이러한 매칭규칙을 學生 最適의 安定的 매칭 方式(student optimal stable rule)이라 한다.

때 남아있는 재화들 중 가장 선호하는 재화를 가지는 방식이다. 즉, 가장 높은 우선권을 부여받은 사람이 전체 재화들 중 자신이 가장 선호하는 재화를 받고, 그 다음 우선권을 부여받은 사람이 우선권이 앞서는 사람이 받은 물건을 제외하고 나머지 재화 중 가장 선호하는 것을 받고, 이런 과정을 모든 사람이 재화를 다 받거나, 더 이상 남아있는 재화가 없을 때까지 반복하는 것이다.

이러한 순차적 독재방식으로부터 나온 분배는 파레토 效率的이다. 이는 1순위 사람은 이 분배상태보다 더 이상 좋아질 수가 없고, 2순위 사람은 1순위 사람에게 분배된 재화를 바꾸지 않고서는 더 이상 개선의 여지가 없고, 이런 식으로 모든 사람이 자신보다 우선순위가 앞서는 사람들의 분배를 바꾸지 않고서는 개선의 여지가 없다는 점에서 자명하다.

또한 이 방식은 戰略無用性을 충족한다. 이는 각자의 선호표출이 자신보다 우선순위가 앞서는 사람의 재화 분배에 영향을 미칠 수 없고, 자신은 선택할 수 있는 재화들 중에서는 가장 선호하는 것을 분배받기 때문이다.

순차적 독재방식을 고등학교 학생 배정문제에 적용하면 학군내 모든 학생들에 대해서 무작위로 우선순위를 부여하고 이 우선순위에 따라 학생들을 정원이 차지 않은 학교들 중 가장 선호하는 학교에 차례대로 배정하는 배정 방식을 생각해 볼 수 있다.[24] 이처럼 무작위로 우선순위를 부여하는 고교 배정 방식을 無作爲 順次的 獨裁方式(random serial dictatorship)이라 한다.

定理 6 〔Svensson(1999)〕: 無作爲 順次的 獨裁方式은 파레토 效率性과 戰略無用性을 충족한다.

이는 어떠한 우선순위에 대해서도 각 학생들은 진실한 선호를 표출하는 것이 우월전략이고 또한 이로부터 나타나는 결과가 항상 파레토 효율적이라는 점에서 자명하다.

한 가지 덧붙이자면 무작위 순차적 독재방식은 무작위 잠정적 허가방식에서 각 학교가 학생들에게 우선순위를 부여할 때 모든 학교가 동일한 우선순위를 부여하도록 제약을 두는 것으로 해석할 수 있다. 즉, 학생들의 효용함수가 주어져 있을 때, 무작위 순차적 독

(23) 이에 대한 연구로는 Abdulkadiroğlu and Sönmez(1998), Svensson(1999), Pápai(2001) 등이 있다.

(24) 이때 학생들에 부여될 수 있는 우선순위의 수는 $|S|!$이며 각각의 우선순위가 실현될 확률은 $\frac{1}{|S|!}$이다.

재방식으로 인해 나타날 수 있는 매칭의 확률분포는 무작위 잠정적 허가방식에서 모든 학교가 학생들에 대해 동일한 우선순위를 부여하도록 제약을 주었을 때 나타날 수 있는 매칭의 확률분포와 동일하게 된다.

4.3. 無作爲 優先交換 循環띠 方式

무작위 순차적 독재방식 외에 파레토 효율성 및 전략무용성을 충족하는 또 다른 매칭 규칙으로는 無作爲 優先交換 循環띠 方式(random top trading cycles rule)을 들 수 있다. 무작위 우선교환 순환띠 방식은 Abdulkadiroğlu and Sönmez(2003)의 優先交換 循環띠 方式(top trading cycles rule)에서 무작위 잠정적 허가방식에서와 마찬가지로 각 학교들이 학생들에 대해 무작위적으로 우선순위를 부여한다는 점이 추가된 것으로 해석할 수 있다.

無作爲 優先交換 循環띠 方式(Random Top Trading Cycles Rule)

- 각 학교별로 모든 배정대상학생들에 대하여 무작위적으로 우선순위를 부여한다. 이때 동일한 학교에서 동일한 우선 순위를 배정받는 학생은 없다.(25)
- 1 단계에서 각 학생은 가장 선호하는 학교를 가리키며, 각 학교는 학생들 중 우선순위가 높은 학생을 가리킨다. 그러면, 학교와 학생들의 숫자가 유한하기 때문에 반드시 하나 이상의 순환띠, 즉, s_1이 h_1을, h_1이 s_2를, $\cdots$, s_k가 h_k를, h_k가 s_1을 가리키는 학생과 학교들의 집합이 나타난다.
- 이렇게 순환띠가 형성되면 s_1을 h_1에, s_2를 h_2에, $\cdots$, s_k를 h_k에 배정한다.
- 다음 단계에서 아직 학교를 배정받지 못한 학생은 아직 정원이 차지 않은 학교들 중에서 가장 선호하는 학교를 가리키고, 아직 정원이 다 차지 않은 학교들은 아직 배정 받지 못한 학생들 중에서 우선순위가 높은 학생을 가리킨다.
- 1단계에서와 마찬가지로 형성되는 순환띠에 속한 학생들을 각 학교에 배정한다.
- 이와 같은 과정을 모든 학교의 정원이 다 차거나, 배정받지 못한 학생이 없을 때까지 계속한다.

다음의 例는 무작위 우선교환 순환띠 방식을 어떻게 적용하는지를 보여 준다.

例 6: 無作爲 優先交換 循環띠 方式의 적용 예.

---

(25) 이때 학교들에 부여될 수 있는 우선순위의 수는 $(|S|!)^{|H|}$이며, 각각의 우선순위가 부여될 확률은 $\frac{1}{(|S|!)^{|H|}}$로 동일하다.

$H = \{h_1, h_2, h_3\}$, $S = \{s_1, s_2, s_3, s_4, s_5, s_6\}$, $Q = (2, 2, 2)$인 학군을 고려하자. 그리고 학생들의 효용함수와 각 학교가 학생에 대해 무작위적으로 부여한 우선순위는 다음과 같이 주어졌다.

$$
\begin{aligned}
&U_{s_1}(h_2) > U_{s_1}(h_3) > U_{s_1}(h_1),\\
&U_{s_2}(h_3) > U_{s_2}(h_1) > U_{s_2}(h_2),\\
&U_{s_3}(h_2) > U_{s_3}(h_3) > U_{s_3}(h_1),\\
&U_{s_4}(h_1) > U_{s_4}(h_2) > U_{s_4}(h_3),\\
&U_{s_5}(h_1) > U_{s_5}(h_3) > U_{s_5}(h_2),\\
&U_{s_6}(h_2) > U_{s_6}(h_1) > U_{s_6}(h_3),\\
&h_1:\ s_2 - s_4 - s_6 - s_3 - s_5 - s_1,\\
&h_2:\ s_4 - s_1 - s_5 - s_2 - s_6 - s_3,\\
&h_3:\ s_1 - s_6 - s_5 - s_3 - s_2 - s_4.
\end{aligned}
$$

1단계에서 각 학생은 자신이 가장 선호하는 학교를 지명하고, 각 학교는 가장 우선순위가 앞서는 학생을 지명한다. 그러면 $s_1 \to h_2 \to s_4 \to h_1 \to s_2 \to h_3 \to s_1$의 순환띠가 나타나고 이에 따라 s_1을 h_2에, s_2를 h_3에, s_4를 h_1에 배정한다. 2단계에서는 아직 정원이 차지 않은 학교와 학교를 배정받지 못한 학생들을 대상으로 1단계와 같은 방식으로 서로를 지명하고, 이에 따라 순환띠 $s_5 \to h_1 \to s_6 \to h_2 \to s_5$가 얻어지며 s_5를 h_1에, s_6을 h_2에 배정한다. 그리고 마지막 3단계에서 s_3를 h_3에 배정함으로써 모든 배정이 종료된다. 이 결과 나타나는 매칭은 다음과 같다.

$$\mu = \begin{pmatrix} h_1 & h_2 & h_3 \\ s_4, s_5 & s_1, s_6 & s_2, s_3 \end{pmatrix}.$$

■

무작위 우선교환 순환띠 방식에 대해서는 다음의 定理가 성립한다.

定理 7〔Abdulkadiroğlu and Sönmez(2003)〕: 無作爲 優先交換 循環띠 方式은 파레토 效率性과 戰略無用性을 충족한다.

고교 배정에 무작위 우선교환 순환띠 방식을 적용했을 경우 1단계에서 배정받은 학생들은 모두가 자신이 가장 선호하는 학교에 배정을 받았으므로 더 이상 개선의 여지가 없다. 다음으로 2단계에서 학교를 배정받은 학생들은 그 단계에서 자신이 가장 선호하는 학교에 배정되었으므로 1단계에 배정된 학생들을 나빠지게 하지 않고서는 더 이상 개선의 여지가 없으며, 마찬가지로 어떤 단계에서 학교를 배정받은 학생들은 자신이 학교를 배정받기 이전에 앞 단계에서 학교를 배정받은 학생들을 나빠지게 하지 않고서는 더 이상 개선의 여지가 없다. 이는 무작위 우선교환 순환띠 방식이 파레토 효율적임을 의미한다.

한편, 어떤 단계에서 학교를 배정받은 학생은 그 당시 배정 가능한 학교들 중 가장 선호하는 학교에 배정되었으므로 자신의 효용을 높이기 위해서는 이전에 정원이 충족된 학교에 배정되어야만 한다. 그러나 이 학생이 어떻게 선호를 표출하더라도 이전 단계에 배정된 학교와 학생은 전혀 영향을 받지 않으므로 이 학생이 거짓으로 선호를 표출하더라도 원래보다 더 선호하는 학교에 배정받을 수는 없다. 따라서 무작위 우선교환 순환띠 방식은 전략무용성을 충족하게 되는 것이다.

4.2절과 4.3절에서는 파레토 효율성과 전략무용성을 충족시키는 고교 배정 방법인 無作爲 順次的 獨裁方式과 無作爲 優先交換 循環띠 方式을 살펴보았다. 무작위 순차적 독재방식에서 학생들에 대한 우선순위나 무작위 우선교환 순환띠 방식에서 각 학교의 학생들에 대한 우선순위가 무작위적으로 주어진다는 것은 이 매칭규칙들이 파레토 효율성이나 전략무용성을 충족하도록 하는 필요조건이 아니다. 이러한 무작위적인 우선순위 부여는 고교 배정에 있어 학생들의 선호 외에는 다른 요소가 관여할 수 없도록 하여 고교 평준화가 실현되도록 하는 조치에 불과하다고 할 수 있다.

한편, 順次的 獨裁方式과 優先交換 循環띠 方式은 분할 불가능한 재화들의 분배문제에 대해 Pápai(2000)가 제시한 階層的 交換 方式(hierarchical exchange rule)의 하나로 간주할 수 있다. 계층적 교환 방식은 우선 각 재화들에 대한 소유권이[26] 개인들에게 순차적으로 부여된 상태에서 다음과 같이 재화를 분배하는 방식이다. 1단계에서 각 개인은 자신이 가장 선호하는 재화를 소유한 사람을 가리키고 이것들이 순환띠를 이루면,[27] 이에 속한 사람들끼리 재화를 서로 교환하여 자신이 가장 선호하는 재화를 분배받는다. 이때 재화를 분배받은 사람이 소유하고 있던 재화 중 교환이 이루어지지 않은 재화는 아직 재화를 분배받지 못한 사람들 중 그 재화에 대한 소유권이 가장 앞서는 사람에게 주게 된

(26) 여기서 소유권은 일시적인 것으로 어떤 개인이 재화를 분배받으면 이 재화를 제외한 다른 모든 재화에 대한 소유권은 소멸한다.

(27) 이때 어떤 개인이 자기 자신을 가리키는 경우도 하나의 순환띠가 형성된 것으로 본다.

다. 2단계에서 아직 재화를 분배받지 못한 사람들은 1단계와 마찬가지로 아직 분배되지 않은 재화들 중 각자가 가장 선호하는 재화를 소유한 사람을 가리키고 이것이 순환띠를 이루게 되면 순환띠 안에 속한 사람끼리 교환을 통해 각자가 가장 선호하는 재화를 분배받는다. 이때에도 역시 재화를 분배받은 사람이 소유하고 있던 재화는 소유권 순서에 따라 아직 재화를 분배받지 못한 사람에게 주게 된다. 이러한 과정을 더 이상 분배되지 않은 재화가 없거나, 모든 사람이 하나씩의 재화를 분배받을 때까지 반복한다.

고등학교 학생 배정문제에 있어 정원의 한자리, 한자리는 分割 不可能한 財貨의 分配問題에서의 재화로 이해할 수 있으며, 순차적 독재방식은 각 단계에서 재화의 소유권이 한 명에게 집중되어 있는 경우의 계층적 교환방식이 된다. 또한 우선교환 순환띠 방식은 각 학교별로 정원에 대한 소유권의 순서가 해당 학교의 학생에 대한 우선순위와 일치하는 계층적 교환 방식으로 이해할 수 있다.

Pápai(2000)는 계층적 교환 방식이 파레토 효율성과 전략무용성을 충족함을 보였고, 더 나아가서 파레토 효율성, 集團的 戰略無用性(group-strategyproofness),[28] 再分配 無用性(reallocation-proofness)[29]을 충족시키려면 계층적 교환방식 중의 하나가 되어야 함을 보였다.

5. 結 論

본 연구에서는 2003년도 전라북도, 경기도, 그리고 서울시 高校 平準化地域의 學生 配定問題를 살펴보았다. 이들 지역에서 학생들을 고등학교에 배정하는 데 있어 중학교 내신성적이나 선발고사는 단지 배정 대상이 되는 학생들을 선발하는 기준으로서만 적용되고, 선발된 학생들을 해당 지역내 고등학교에 배정할 때는 지역마다 약간의 차이가 있지만 학생들의 選好를 반영하여 無作爲 抽籤을 한다는 점에서 공통점을 가지고 있다. 하지만 이들 지역에서 실시하고 있는 방식은 학생들의 선호를 충분히 반영하지 못하여 배정에 있어서 효율성을 달성하지 못하고 있으며, 선호표출에 있어서도 진실성을 보장하지 못하는 등의 문제점을 지니고 있다.

(28) 어떤 방식이 집단적 전략무용성을 충족한다는 것은 이 방식하에서는 어떤 집단이 거짓으로 자신들의 효용을 표출함으로써 그 집단에 속한 어느 누구도 나빠지지 않고 그 중 최소한 한명은 개선이 가능한 상황을 허용하지 않음을 의미한다.

(29) 어떤 방식이 재분배 무용성을 충족한다는 것은 두 개인이 함께 거짓 효용을 표출하여 분배받은 재화를 서로 교환함으로써 둘 다 나빠지지는 않고 최소한 한명은 효용의 증가를 얻는 것이 불가능한 방식이라는 것을 의미한다.

따라서 앞으로 제도적인 개선이 필요하다고 생각되어 暫定的 許可方式, 無作爲 順次的 獨裁方式, 無作爲 優先交換 循環띠 方式 등을 대안으로 제시하였다. 잠정적 허가방식은 여전히 파레토 효율성 달성에는 실패하지만 학생들을 배정하는 데 있어 근거리 배정 등 또 다른 기준을 고려할 수 있다는 장점을 지니고 있다. 그리고 무작위 순차적 독재방식과 무작위 우선교환 순환띠 방식은 파레토 효율성과 전략무용성을 충족시키는 장점을 지니고 있다.

물론 이들을 현실의 고등학교 학생 배정문제에 바로 적용하기는 학군내 수급 불균형이나, 학군 간의 학력차에 따른 문제, 또는 각 지역별 특성 등으로 인해 장애가 있을 수 있다. 이러한 장애들에도 불구하고 고교 배정 방식을 제도화하는 데 있어 그동안 심각하게 고려되지 않았던 효율성의 달성 및 거짓말할 유인 제거 등에 대한 관심을 불러 일으키는 데 본 연구의 의의가 있다고 하겠다. 따라서 앞으로의 논의는 여러가지 현실적인 면들을 잘 고려하면서도 이론적으로 바람직한 제도를 모색하는 방향으로 나아가야 할 것이다.

또한 본 연구에서 살펴본 多對一 매칭模型은 고교 평준화지역의 배정문제뿐만 아니라 병원·인턴 문제, 회사·근로자 문제 등 많은 사회 현상을 설명하는 데 적용될 수 있다. 실제로 미국에서는 이를 이용하여 여러 제도를 분석하고자 하는 시도가 있었으며, 병원·인턴 배정 방식(National Resident Matching Program)에 대한 분석〔Roth(1984)〕이 그 대표적인 예라 하겠다. 그러나 아직 우리나라에서는 이와 관련한 연구가 부족한 실정이며, 앞으로는 이러한 연구가 다대일 매칭모형이 적용될 수 있는 다양한 분야로 확장될 수 있기를 바라면서 맺음말을 대신한다.

서울大學校 經濟學部 敎授
151-742 서울특별시 관악구 신림동 산56-1
전화: (02)880-6382
팩스: (02)886-4231
E-mail: ychun@plaza.snu.ac.kr

미국 Penn State University 經濟學科 大學院 博士課程
전화: 1-814-865-1108
팩스: 1-814-863-4775
E-mail: muc152@psu.edu

〈附　錄〉 平準化地域別 高等學校 學生 配定 方式 (서울市, 京畿道, 全羅北道 除外)

1. 釜山廣域市

부산광역시는 4개의 학군으로 구성되어 있다. 배정대상학생은 전 학군내 고교를 대상으로 1개교(제1선지망), 거주지 학군내 고교를 대상으로 1개교(제2선지망)를 선지망한다. 부산시의 고교 배정 방식은 선지망에 의한 先複數支援 後抽籤方式 및 學群別 抽籤配定으로 이루어진다. 선지망에 의한 선복수지원 후추첨 방식은 우선 각 학교별로 제1선지망 학생들을 무작위 추첨을 통하여 배정하며, 이후 제1선지망 학생 수가 해당 학교 정원의 40%에 미달할 경우, 다른 학교 제1선지망 배정에서 탈락한 학생 중 해당 학교를 제2선지망한 학생들로 부족 인원을 채우는 방식으로 이루어진다. 이렇게 선지망에 의한 배정이 끝나고 나면 학교를 배정받지 못한 학생들을 대상으로 거주지를 참고하여 가급적 해당 학군내에서 추첨 배정을 한다.

2. 大邱廣域市

대구광역시는 2개 학군으로 이루어져 있으며, 중학교 내신성적으로 선발된 학생들을 대상으로 先複數支援·後抽籤方式을 사용하여 배정한다. 학생들은 해당 학군내 고등학교에 한하여 4지망까지 학교를 선택할 수 있다. 배정 방식은 우선 각 학교별로 정원의 40% 내에서 선복수지원자를 대상으로 1지망 학생들을 배정한다. 이때 1지망자가 각 학교별 정원의 40%가 넘는 학교는 1지망자들을 대상으로 추첨배정을 한다. 이후 각 학교별 전체 배정 인원이 정원의 40%를 넘지 않는 학교에 대해서 1지망과 같은 방식으로 2, 3, 4지망 학생들을 순차적으로 배정한다. 4지망까지 모든 배정이 끝난 이후 각 학교별 배정인원은 정원의 40%를 넘길 수 없다. 그리고 4지망까지 배정이 이루어진 이후 남는 정원은 선복수지원과 관계없이 無作爲 抽籤配定을 하게 된다.

3. 仁川廣域市

인천광역시는 1학교군, 2학교군, 공동학교군으로 지역내 고등학교를 분류한다. 1학교군과 2학교군은 지역에 따른 분류이며, 공동학교군은 1, 2 학교군 지역의 수급상황이 불균형인 것을 해결하기 위해 설정해 두고 있다.[30] 중학교 내신성적에 의해 선발된 학생

(30) 인천시는 1학교군 지역(중구, 동구, 남구, 남동구, 연수구)은 고교 정원에 비해 배정대상학생 수가 적고, 2학교군 지역(서구, 부평구, 계양구)은 고교정원에 비해 배정대상학생 수가 많다. 따라서 2학교군 학생들을 1학교군 지역의 고등학교에 배정하기 위해 1학교군 지역에

들은 거주지의 해당 학교군 내 전체학교를 대상으로 한 지원 우선순위와 공동학교군내 전체 학교를 대상으로 한 지원 우선순위를 제출한다. 그리고 배정은 공동학교군 내 고등학교에 대해 먼저 이루어지는데, 2학교군 내에서 고교정원을 초과하는 인원에 대해 우선적으로 공동학교군 고등학교에 배정하고,(31) 이후 공동학교군의 남은 정원을 1학교군 학생들로 채우게 된다. 이렇게 공동학교군에 대한 배정이 끝나면 여기서 배정받지 못한 학생들을 1, 2학교군에 배정하게 된다.

각 학교군별 배정은 선복수지원·후추첨방식에 의해 이루어진다. 즉, 각 학교별로 1지망자가 정원에 미달할 경우 1지망자를 전원 해당학교에 배정하고, 1지망자들로 충족되지 못한 정원은 그 학교를 2지망 한 학생들 중 1지망 학교에 배정받지 못한 학생들을 배정하고, 2지망자로도 정원이 충족되지 않는다면, 마찬가지 방식으로 3지망, 4지망 순으로 배정을 하게 된다. 만약 어떤 단계에서 지망자들이 그 학교의 충족되지 않은 정원보다 많다면 이들을 대상으로 무작위 추첨을 통해 배정자들을 결정한다.

4. 光州廣域市

광주광역시는 單一學群으로 이루어져 있다. 이 지역내 고교 배정대상학생들은 중학교 내신성적을 기준으로 선발되며, 학생들은 광주시 전체 고등학교에 대하여 4지망까지 학교를 선택할 수 있다. 광주광역시의 고교 배정 방식은 학생들의 지망을 고려한 배정이 각 학교 정원의 60% 이내라는 점을 제외하고 대구시 고교 배정 방식과 동일하다.

5. 大田廣域市

대전광역시는 중학교 내신성적을 기준으로 학생들을 선발하며, 여기서 선발된 학생들은 대전시 전체 고등학교에 대하여 4지망까지 학교를 선택할 수 있다. 대전광역시의 고교 배정 방식 역시 학생들의 지망을 고려한 배정이 각 학교 정원의 60% 이내라는 점만 제외하고 대구시 고교 배정 방식과 동일하다.

6. 蔚山廣域市

울산광역시는 선발고사에 의하여 고교입학 예정자들을 선발한다. 이들은 자신의 출신 중학교 소재지에 따라 교육감이 정하는 학교들 중 1개 학교를 선지망할 수 있고, 울산시 전체 고교를 대상으로 3개교에 대한 순위를 정하여 지망한다.

배정은 각 학교별로 일정비율을 정하여 선지망, 1지망, 2지망, 3지망 학생들의 차례로 이루어진다. 예를 들어, 어떤 학교가 선지망 40%, 1지망 50%, 2지망 55%, 3지망 60%

소재한 고등학교들로 공동학교군을 구성하였다.

(31) 공동학교군의 각 학교별 2학교군 학생 배정 인원은 학교별 전체 정원에 비례하여 산정한다.

라고 하면, 이 학교는 먼저 선지망 학생들이 정원의 40%에 미달할 경우 이들을 전원 배정하고 초과할 경우 무작위 추첨을 통해 배정자를 결정한다. 그리고 다시 총정원의 50% 내에서 1지망자들을 배정하는데 이때는 선지망자들과 1지망자들을 합쳐 정원의 50%에 미달한다면 지망자를 전원 배정하고, 정원의 50%를 초과한다면 지망자들 중 추첨을 통하여 배정자를 결정한다. 이러한 방식은 2, 3지망에 대해서도 똑같이 적용된다. 이렇게 3지망까지 배정이 이루어진 후 미달 정원에 대해서는 미배정자를 대상으로 무작위 추첨 배정을 한다. 단, 여기서 각 지망별 배정 비율은 지역에 따라 약간의 차이가 있다.

7. 忠淸北道(淸州)

충청북도에서는 청주시에 한해서만 고교 평준화를 실시하고 있다. 청주시는 중학교 내신성적에 의하여 고교 신입생을 선발하며, 이들은 청주시내 전체 고등학교를 대상으로 3~4지망까지(1개교에 한하여 중복지원 가능) 희망하는 학교를 지원한다. 이들에 대한 고교 배정은 모든 학교가 정원을 기준으로 1지망 50%, 2지망 80%, 3지망 95%, 4지망 100%를 적용하여 울산시와 같은 방식으로 이루어진다.

8. 慶尙南道(昌原, 馬山, 晋州)

경상남도 내에서 평준화를 실시하는 지역은 창원(1학군), 마산(2학군), 진주(3학군)의 3개 시이다. 각 지역은 중학교 내신성적(내신석차 백분율)에 의해 배정대상학생들을 선발한 후, 선복수지원・후추첨방식을 사용하여 학생들을 배정한다. 배정대상학생들은 자신의 학군내 고등학교를 대상으로 4지망까지 복수지원한다. 이렇게 제출된 학생들의 선호를 기준으로 각 학교는 정원 내에서 1지망 학생들을 우선적으로 배정하는데, 이때 1지망자가 정원을 초과할 시는 무작위 추첨을 통하여 배정자를 결정한다. 이후 정원미달인 학교는 미배정학생 중 그 학교를 2, 3, 4지망 한 학생들로 차례대로 채우고, 각 지망자들이 남은 정원을 초과할 경우는 해당 지망자들에 대한 무작위 추첨을 실시하여 배정자를 결정한다. 이렇게 4지망까지 배정이 끝난 이후 여전히 배정이 이루어지지 않은 학생이 있다면 이들은 정원이 채워지지 않은 학교에 무작위 추첨으로 배정된다.

9. 濟州道(濟州)

제주도에서는 오직 제주시에서만 고교 평준화를 실시하고, 이 곳의 배정은 내신성적 및 선발고사를 통하여 이루어진다. 이렇게 선발된 학생은 제주시내 모든 학교(남, 여 각 5개 학교)에 대하여 지망순위를 제출하게 되며, 이후 경상남도와 마찬가지로 지망이 앞서는 학생들을 해당학교에 우선 배정한다. 즉, 각 학교별로 1지망 학생들을 우선 배정하고, 남는 정원은 2, 3, 4, 5지망 학생들로 순차적으로 채워진다. 그리고 어떤 지망에서 어떤 학교의 정원을 초과하는 경우가 발생하면 무작위 추첨을 통하여 배정자를 가려낸다.

參 考 文 獻

김태일(1998): "고교 평준화 정책의 학업 성취효과 분석," 『한국정책학회보』, **7**, 235-260.

이주경(2002): "고교평준화 정책의 경제학: 주거지 선택과 서열화 문제를 중심으로," 『경제분석』, **8**, 106-142.

Abdulkadiroğlu, A., and T. Sönmez(1998): "Random Serial Dictatorship and the Core from Random Endowments in House Allocation Problems," *Econometrica*, **66**, 689-701.

______(2003): "School Choice: A Mechanism Design Approach," *American Economic Review*, **93**, 729-747.

Balinski, M., and T. Sönmez(1999): "A Tale of Two Mechanisms: Student Placement," *Journal of Economic Theory*, **84**, 73-94.

Gale, D., and L. Shapley(1962): "College Admissions and the Stability of Marriage," *The American Mathematical Monthly*, **69**, 9-15.

Miyagawa, E.(2002): "Strategy-Proofness and the Core in House Allocation Problems," *Games and Economic Behavior*, **38**, 347-361.

Pápai, S.(2000): "Strategyproof Assignment by Hierarchical Exchange," *Econometrica*, **68**, 1403-1433.

______(2001): "Strategyproof Single Unit Award Rules," *Social Choice and Welfare*, **18**, 785-798.

Roth, A.(1982): "The Economics of Matching: Stability and Incentives," *Mathematics of Operations Research*, **7**, 617-628.

______(1984): "The Evolution of the Labor Market for Medical Interns and Residents: A Case Study in Game Theory," *Journal of Political Economy*, **92**, 991-1016.

______(1985): "The College Admissions Problem is not Equivalent to the Marriage Problems," *Journal of Economic Theory*, **36**, 277-288.

Roth, A., and M. Sotomayor(1990): *Two-Sided Matching: A Story in Game Theoretic Modeling and Analysis*, Cambridge Univ. Press, London/New York.

Sönmez, T.(1996): "Strategy-Proofness in Many-to-One Matching Problems," *Economic Design*, **1**, 365-380.

Svensson, L.-G.(1999): "Strategy-proof Allocation of Indivisible Goods," *Social Choice and Welfare*, **16**, 557-567.

Zhou, L.(1990): "On a Conjecture by Gale about One-Sided Matching Problems," *Journal of Economic Theory*, **52**, 123-135.