

해결자 · 청취자 활동을 이용한 화학 문제 해결에서 소집단 구성 방법에 따른 효과

노태희 · 성을선 · 강훈식 · 정영선 · 강석진¹
(서울대학교) · (전주교육대학교)

The Effects of Grouping Method in Solving Chemistry Problems Using Think-Aloud Paired Problem Solving

Noh, Taehee · Seong, Eulsun · Kang, Hunsik ·
Jeong, Yeongseon · Kang, Sukjin¹

(Seoul National University) · ¹(Jeonju National University of Education)

ABSTRACT

This study investigated the effects of grouping method in solving chemistry problems using Think-Aloud Paired Problem Solving (TAPPS). Three classes (125 students) of a co-ed high school in Seoul were randomly assigned to the control, the homogeneous TAPPS, and the heterogeneous TAPPS groups. Prior to the instructions, a test of awareness of metacognition was administered. In the treatment groups, students were grouped into either homogeneous or heterogeneous group on the basis of their pre-achievement levels, and worked in pairs on chemistry problems about chemical equation and stoichiometry. Students' analytical skill, problem solving ability, and awareness of metacognition were examined after the instructions. One-way ANCOVA results indicated that the scores of the homogeneous TAPPS group in the analytical skill test were significantly higher than those of the heterogeneous TAPPS group. However, there were no significant differences among the three groups in the problem solving ability and the awareness of metacognition.

Key words: think-aloud paired problem solving, grouping method, chemistry, analytical skill, metacognition

I. 서 론

학생들의 문제 해결력 향상은 과학 교육의 주요 관심으로서 문제 해결 교수 전략에 대해 다양한 연구들이 이루어져왔다. 그 중, 전문가의 문제 해결 방법을 시연하고 이를 학생들이 수행하게 함으로써 문제 해결 전략을 습득하도록 유도하는 모델링(modeling) 전략이 많이 사용되었다. 이는 모델링 전략이 스스로 문제 해결 전략을 세우지 못하고, 새로운 문제 해결에 자신의 지식이나 기술을 적

용하는 능력이 부족한 초보자들에게 효과적이라고 생각했기 때문이다(Bodner, 1987). 그러나 전문가마다 문제를 해결할 때 사용하는 방법이 동일하지 않고, 모든 학생들이 문제 해결에 성공하도록 이끌어 주는 방법은 없으며, 전문가의 문제 해결 방법을 제시하더라도 학생들은 답을 구하기 위한 공식이나 유형만을 기계적으로 암기하는 경향이 있다는 점이 지적되었다(Nickerson *et al.*, 1985; Pestel, 1993). 또한, 모델링 전략을 적용하더라도 학생들의 문제 해결력이 향상되지 않는다는 결과도 보고 되었다

(전경문과 노태희, 2001). 따라서 실질적인 문제 해결력의 향상을 위해서는 전문가의 사고 과정을 가르치기보다는 학생들이 자신에게 적합한 문제 해결 방법을 스스로 찾아 내도록 도와줄 수 있는 전략이 필요하다.

Whimbey와 Lochhead(1986)는 소리 내어 문제를 해결하는 해결자와 해결자의 문제 해결 과정을 듣고 이해하는 청취자로 구성된 해결자·청취자 활동(Think-Aloud Paired Problem Solving: TAPPS)을 제안하였다. 해결자·청취자 활동은 문제 해결 과정을 정확하게 인식하고 체계적으로 검토하는 분석적 기술의 습득에 효과적임으로 (Whimbey & Lochhead, 1986), 이 활동을 통해 학생들의 문제 해결력을 향상시킬 수 있을 것이다. 또한, 이 활동은 문제 해결 과정에서 자기 점검(self-monitoring) 등의 메타인지적 활동을 장려하고 정확한 사고를 유도하므로 문제 해결에서의 오류 감소에도 도움이 될 수 있다. 실제로, 분석적 추론 기술(Dorman, 1990)이나 메타인지적 기술(Glass, 1992)의 사용 측면에서 해결자·청취자 활동의 긍정적인 효과가 보고 된 바 있다.

그러나 문제 해결력에서는 그 결과가 일관되지 않는데 (Carmichael *et al.*, 1987; Pestel, 1993), 그 이유 중의 하나는 해결자·청취자 활동이 소집단 내의 언어적 상호 작용에 기초하고 있으므로(전경문과 노태희, 2002), 구성원들의 개인적인 특성이 영향을 미칠 수 있다는 점이다. 언어적 상호작용이 중요시되는 소집단 활동에서는 일반적으로 학생들의 성취도, 성, 인종, 연령, 교과에 대한 태도 등 여러 측면에서 다양성을 최대화할 수 있는 이질적 집단 구성이 효과적인 것으로 제안되었다(Watson & Marshall, 1995). 특히, 성취 수준 측면에서의 이질적 소집단 구성은 학생들의 성취도를 향상시키며, 구성원들 사이의 친밀감과 협동적 상호작용을 증대시킨다고 보고 되었다(Hooper & Hannafin, 1991).

한편, 성취도 측면에서 이질적으로 집단을 구성할 경우 하위 수준 학습자의 기여가 제한되고, 이것이 상위 학습자로 하여금 불만족을 느끼게 한다는 문제점도 주장되었다(Slavin, 1981). 또한, 해결자·청취자 활동은 소집단 구성원이 두 명에 불과하므로 집단 내의 다양성을 최대화하기 어려울 뿐만 아니라, 언어적 상호작용에서 각자에게 명확한 역할이 주어진다. 즉, 일반적인 소집단 활동과 달리 해결자·청취자 활동은 상대적으로 독특한 환경 하에서 이루어지므로, 소집단 구성 방법에 따른 교수 효과도 상이할 것으로 기대할 수 있다. 따라서 이 연구에서는 해

결자·청취자 활동을 이용한 화학 문제 해결에서 사전 성취 수준에 따른 소집단 구성 방법의 효과를 해결자·청취자 활동이 영향을 미칠 것으로 기대되는 분석적 기술, 문제 해결력, 메타인지적 기술의 사용에 대한 인식 측면에서 조사하였다.

이 연구의 구체적인 목표는 다음과 같다.

- 1) 통제 집단, 동질적 집단 구성의 해결자·청취자 활동 수업 집단, 이질적 집단 구성의 해결자·청취자 활동 수업 집단의 분석적 기술에 차이가 있는가?
- 2) 통제 집단, 동질적 집단 구성의 해결자·청취자 활동 수업 집단, 이질적 집단 구성의 해결자·청취자 활동 수업 집단의 화학 문제 해결력에 차이가 있는가?
- 3) 통제 집단, 동질적 집단 구성의 해결자·청취자 활동 수업 집단, 이질적 집단 구성의 해결자·청취자 활동 수업 집단의 메타인지적 기술의 사용에 대한 인식에 차이가 있는가?

II. 연구 내용 및 방법

1. 연구 대상

이 연구는 서울시에 소재한 인문계 고등학교의 문과 2학년 3개 학급(125명)을 대상으로 실시하였다. 중간고사 화학 성적이 비슷한 세 학급을 선정한 후, 통제 집단(전통적 수업 집단, n=40), 동질적 집단 구성의 해결자·청취자 활동 수업 집단(n=43), 이질적 집단 구성의 해결자·청취자 활동 수업 집단(n=42)으로 배치하였다. 동질적 집단은 학급 내에서의 중간고사 화학 성적순으로 상위 학생 2명, 혹은 하위 학생 2명으로 집단을 구성하였으며, 이질적 집단은 상위 학생 1명과 하위 학생 1명을 한 집단으로 구성하였다.

2. 연구 절차 및 방법

수업 처치 이전에 중간고사 화학 성적에 기초하여 2인 1조의 소집단(동질, 이질)을 구성하고, 사전 검사로 메타인지적 기술의 사용에 대한 인식 검사를 실시하였다. 해결자·청취자 활동 집단들에서는 1차시 동안 활동에 대한 오리엔테이션을 실시한 후, 대상 단원과 무관한 내용으로 3차시에 걸쳐 해결자·청취자 활동을 연습하였다. 수업

처치는 화학 반응식과 화학 양론에 대해 7차시 동안 진행하였다. 모든 수업은 참여 교사가 연구 대상이 아닌 학급에서 1회 이상 연습한 후 실시하였고, 연구자 중 1인이 각 집단의 수업을 매시간 참관하여 수업 처치가 의도대로 진행되는지 점검하였다. 수업 처치가 끝난 후, 분석적 기술 검사, 화학 문제 해결력 검사, 메타인지적 기술의 사용에 대한 인식 검사를 실시하였다.

동질 집단과 이질 집단은 소집단 구성 방법만 다를 뿐 수업 진행은 동일하였다. 처치 집단들에서는 매시간 교사의 내용 설명과 예시 문제 풀이 후 학생들이 해결자·청취자 활동으로 2개의 문제를 해결하였다. 해결자는 문제를 풀면서 자신의 사고 과정을 모두 소리 내어 말하였고, 청취자는 해결자가 계속 말을 하도록 유도하고 해결자의 문제 해결 과정을 들으면서 사고 과정을 이해할 수 없을 때는 질문을 하거나 해결자의 잘못을 지적하였다. 두 번째 문제를 풀 때는 학생들이 서로의 역할을 교대하도록 하였다. 해결자·청취자 활동이 진행되는 동안, 교사는 순회하면서 학생들의 질문을 받고 활동이 제대로 이루어지는지 점검하였다. 수업의 마지막 부분에서 교사는 수업 내용과 문제 해결 과정을 정리하였다. 한편, 통제 집단에서는 교사가 내용을 설명한 후, 처치 집단들에 제시한 문제와 동일한 문제를 학생들이 개별적으로 풀었고, 수업의 후반부에 교사가 학습 내용을 정리하였다.

3. 검사 도구

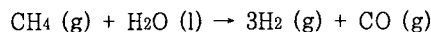
분석적 기술 검사는 Whimbey와 Lochhead(1986)가 개발한 Whimbey Analytical Skills Inventory를 사용하였다. 이 검사는 총 38개의 객관식 혹은 단답식 문항으로 구성

되어 있다. 문항의 예는 “다음은 알파벳을 어떤 규칙으로 배열해 놓았다. 배열해 놓은 규칙이 다른 것은 어느 것인가? ① EFGE ② BCDB ③ KLML ④ OPQO”와 같다. 이 연구에서 구한 분석적 기술 검사의 Cronbach α 계수는 .79였다.

화학 문제 해결력 검사는 학생들이 문제를 해결할 때의 사고 과정을 자세히 밝히기 위하여 선행 연구(Heller et al., 1992; Huffman, 1997)를 참고하여 개방형 서술 문항으로 제작하였다. 이 검사는 화학 반응식 및 화학 반응의 양적 관계에 대한 2개의 문항으로 구성되어 있으며, 예비 검사를 실시하여 수정·보완하였다. 각 문항은 1) 조건 및 목표 파악, 2) 화학 개념 이해, 3) 문제 해결 단계의 구성, 4) 문제 해결의 수행에 대한 하위 질문으로 구성되어 있다. 문항의 예를 Fig. 1에 제시하였다. 이 검사는 과학 교육 전문가 3인과 교사 2인으로부터 안면 타당도를 검증받았으며, 이 연구에서 구한 화학 문제 해결력 검사의 내적 신뢰도(Cronbach's α)는 .75였다.

메타인지적 기술의 사용에 대한 인식 검사는 O'Neil과 Abedi(1996)가 개발한 Metacognitive Inventory를 수정하여 사용하였다. 이 검사는 문제 해결 과정에서 자신이 사용한 메타인지적 기술에 대해 스스로 평가하는 방식으로 이루어져 있으며, 인식(awareness), 인지 전략(cognitive strategy), 계획(planning), 자기 점검(self checking)의 하위 범주로 구성되어 있다. 이 검사는 범주별로 각 5문항씩 총 20문항의 4단계 리커트 문항으로 구성되어 있으며, 문항의 예는 “나는 화학 문제에서 중요한 정보들이 무엇인지 찾으려고 시도했다.”와 같다. 이 검사의 신뢰도(Cronbach's α)는 사전, 사후 검사에서 각각 .92, .94였다.

Methane (CH₄) reacts with water to produce hydrogen and carbon monoxide.



How many grams of hydrogen would be produced (at 0 °C and 1.00 atm) from 22.4 L of methane?

- (1) Identify known and unknown information.
- (2) Explain the relationship between mole and chemical equation.
- (3) Plan the procedure to solve the problem.
- (4) Execute the plan to solve the problem (step by step).

Fig. 1. A sample item of the problem solving ability test

4. 분석 방법

화학 문제 해결력 검사의 채점 기준은 선행 연구(노태희 등, 1999; Heller *et al.*, 1992)를 토대로 다음의 5개 범주로 구성하였다: 1) 주어진 조건과 구해야 할 것을 정확히 기술하는 '조건 및 목표 파악' (2점), 2) 관련된 개념에 대해 올바르게 이해하는 '화학 개념 이해' (2점), 3) 해결 과정을 단계로 나누어 기술하는 '해결 단계 설정' (2점), 4) 올바른 답을 구하기 위한 해결 과정을 거치는 '논리적 진행' (3점), 5) 문제를 풀기 위한 계산과 수리적 조작을 올바르게 수행하는 '수리적 수행' (2점). 화학 문제 해결력 검사의 1문항 당 점수는 11점이고, 총점은 22점이다. 일부 답안지에 대해 연구자 2인의 분석자간의 일치도 (intercoder agreement)가 .90에 도달한 후, 모든 답안지를 연구자 중 1인이 채점하였다.

소집단 구성 방법에 따른 해결자·청취자 활동의 효과를 조사하기 위해 수업 방법을 독립 변인으로, 분석적 기술, 화학 문제 해결력, 메타인지적 기술의 사용에 대한 인식 점수를 종속 변인으로 하는 일원 공변량 분석(one-way ANCOVA)을 실시하였다. 이 때, 분석적 기술과 화학 문제 해결력은 각 종속 변인과 유의미한 상관이 있는 1학년 공통과학 점수(분석적 기술: $r=.62, p<.01$, 화학 문제 해결력: $r=.75, p<.01$)를, 메타인지적 기술의 사용에 대한 인식은 사전 검사 점수($r=.67, p<.01$)를 공변인으로 사용하였다. 일원 공변량 분석의 기본 가정은 모두 만족되었으며, 모든 통계 분석에는 SPSS 및 SAS 통계 프로그램을 사용하였다.

III. 결과 및 논의

1. 분석적 기술에 미치는 효과

분석적 기술 검사 점수에 대한 각 집단의 평균, 표준 편차, 교정 평균을 Table 1에 제시하였다. 동질 집단의 교정 평균(29.31)이 통제 집단(27.27)이나 이질 집단의 교정

평균(27.09)보다 높았으며, 일원 공변량 분석 결과 그 차이가 유의미하였다($MS=63.98, F=4.10, p=.019$). 사후 검증(Tukey-Kramer) 결과, 동질 집단의 교정 평균이 이질 집단에 비해 통계적으로 유의미하게 높았고($p<.05$), 통계적으로 유의미하지는 않았지만($p=.066$) 통제 집단보다도 높은 경향을 보였다.

집단 구성을 구별하지 않고 해결자·청취자 활동을 사용하였을 때 분석적 기술이 향상된 Dorman(1990)의 연구 결과와 달리, 이 연구에서는 동질적 집단 구성의 해결자·청취자 활동에서만 분석적 기술이 향상되었다. 이러한 결과는 동질적으로 구성된 집단에서 해결자·청취자 활동을 진행할 경우, 학생들이 자신의 문제 해결 과정에 대해 보다 정확하게 분석하는 기술이 습득될 수 있음을 의미한다. 한편, 이질적 집단 구성보다 동질적 집단 구성이 분석적 기술의 습득에 효과적이었던 이 연구의 결과는 동료 교수(peer tutoring)가 활발히 일어날 수 있는 이질적 집단 구성이 성취도 향상에 효과적이라는 협동학습에서의 선행 연구 결과(Johnson & Johnson, 1989)와도 차이를 보인다. 이것은 해결자·청취자 활동의 독특한 구조에 기인한 것으로 생각할 수 있다. 즉, 해결자·청취자 활동에서는 학생들이 각자 자신에게 주어진 역할에 충실해야 할 뿐 아니라, 서로의 문제 해결 과정을 이해하기 위한 언어적 상호작용이 강조된다. 따라서 성취 수준이 높은 학생이 성취 수준이 낮은 학생을 가르치는 의존적 관계가 형성되기 쉬운 이질 집단보다는 비슷한 수준의 학생들끼리 활동을 하게 되는 동질 집단에서 효과적인 해결자·청취자 활동이 진행되었을 것이며, 이로 인해 분석적 기술 점수가 이질 집단보다 동질 집단에서 높았던 것으로 생각할 수 있다.

2. 화학 문제 해결력에 미치는 효과

화학 문제 해결력 검사 점수의 평균, 표준 편차, 교정 평균은 Table 2와 같다. 동질 집단 학생들의 교정 평균(11.55)이 통제 집단(9.81)이나 이질 집단 학생들(10.13)보

Table 1. Means, standard deviations, and adjusted means of the analytical skill test scores

Control		Heterogeneous TAPPS		Homogeneous TAPPS	
M (SD)	Adj. M	M (SD)	Adj. M	M (SD)	Adj. M
27.60 (4.37)	27.27	27.02 (5.72)	27.09	29.05 (5.16)	29.31

Table 2. Means, standard deviations, and adjusted means of the chemistry problem solving ability test scores

Control		Heterogeneous		Homogeneous	
M (SD)	Adj. M	M (SD)	Adj. M	M (SD)	Adj. M
10.30 (6.75)	9.81	10.02 (6.55)	10.13	11.16 (6.05)	11.55

Table 3. Means, standard deviations, and adjusted means of the awareness of metacognition test scores

Control		Heterogeneous		Homogeneous	
M (SD)	Adj. M	M (SD)	Adj. M	M (SD)	Adj. M
48.88 (10.50)	49.65	50.93 (10.71)	49.60	50.81 (11.50)	51.36

다 높았다. 그러나 일원 공변량 분석 결과($MS=42.24$, $F=.64$, $p=.531$) 그 점수 차이는 통계적으로 유의미하지 않았다. 이러한 결과는 해결자·청취자 활동을 적용한 일반 화학 수업에서 문제 해결력의 향상이 없었던 Pestel(1993)의 연구, 그리고 해결자·청취자 활동과 전략 교수를 함께 적용한 경우에는 문제 해결력이 향상되었으나 해결자·청취자 활동만 적용했을 경우에는 문제 해결력이 향상되지 않았던 전경문과 노태희(2001)의 연구 결과와 유사하다. 즉, 해결자·청취자 활동이 문제 해결력을 향상시킬 것이라는 기대(Whimbey & Lochhead, 1986)와 달리, 문제 해결 과정은 다양한 요인이 개입되는 복잡한 과정이므로 단기간의 해결자·청취자 활동만으로는 문제 해결력이 쉽게 향상되지 않음을 확인할 수 있다.

3. 메타인지적 기술의 사용에 대한 인식에 미치는 효과

메타인지적 기술의 사용에 대한 인식 검사 점수의 평균, 표준 편차, 교정 평균을 Table 3에 제시하였다. 동질 집단의 교정 평균이 다른 집단들에 비해 조금 높았으나, 일원 공변량 분석 결과($MS=36.09$, $F=2.04$, $p=.314$) 그 점수 차이는 통계적으로 유의미하지 않았다.

해결자·청취자 활동이 메타인지적 행동을 증가시켰다는 선행 연구(Glass, 1992)와 달리, 이 연구에서는 해결자·청취자 활동이 문제 해결 과정에서 메타인지적 기술의 사용에 대한 학생들의 인식을 변화시키지 못했다. 즉, 어떤 집단 구성 방법을 사용하더라도 해결자·청취자 활동은 학생들의 메타인지적 기술의 사용에 대한 인식에 별다른 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다.

이는 연구자가 학생들의 메타인지적 행동을 관찰을 통

해 직접적으로 측정한 Glass(1992)의 연구와 이 연구의 검사 방법에서의 차이에 의한 결과일 수 있다. Spielberger(1983)에 따르면 개인의 특성에 관련된 심리학적 속성은 시간이나 상황에 따라 그 세기가 다양하고 빠르게 변하는 상태(state)와 상태에 비하여 상대적으로 지속적인 특징을 지니는 특성(trait)으로 구분할 수 있다. 이 연구에서 사용한 검사 도구는 문제를 해결할 때 자신이 사용하는 메타인지적 기술, 즉 특성의 측면에서 메타인지적 기술의 사용에 대해 학생 스스로 평가하는 방식으로 구성되어 있다. 따라서 특성 메타인지에 초점을 두고 있는 이 연구의 검사 도구로는 학생들이 해결자·청취자 활동을 통해 메타인지적 기술을 습득한 정도를 정확히 측정하지 못했을 가능성도 있다.

또한, 학생들이 '문제'라는 용어에 대해 좁은 의미로 해석했을 가능성도 이 연구의 결과에 영향을 미쳤을 수 있다. 즉, 학생들이 문제라는 용어가 '시험 문제'를 의미한다고 생각하여 메타인지적 기술의 사용에 대한 인식에서 차이가 나타나지 않았을 가능성이 있다. 선행 연구에 의하면 학생들은 시간 제약이 있는 시험 상황에서는 인지적인 전략을 사용하지 않거나 수업 상황과 다른 인지 전략을 사용하는 경향이 있기 때문이다(Bunce & Heikkinen, 1986; O'Neil & Abedi, 1996).

IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 문제 해결력을 향상시킬 수 있는 방안으로 제안된 해결자·청취자 활동을 화학 문제 해결 학습에 적용하고, 소집단 구성 방법에 따른 교수 효과를 비교하였다. 사전 성취 수준을 기준으로 동질적인 소집단과 이질적인 소집단을 구성하여 해결자·청취자 활동으로 수업

을 진행한 후, 그 효과를 분석적 기술, 화학 문제 해결력, 메타인지적 기술의 사용에 대한 인식의 측면에서 조사하였다.

연구 결과, 해결자·청취자 활동에서 동질적 집단 구성이 이질적 집단 구성에 비해 문제를 체계적으로 분석하여 해결하는 분석적 기술의 습득에 효과적이었다. 한편, 동질적 집단 구성의 해결자·청취자 활동은 통제 집단에 비해서도 학생들의 분석적 기술을 향상시키는 경향이 있었다. 해결자·청취자 활동에서는 명확히 규정된 역할에 따라 이루어지는 언어적 상호작용이 중요하게 작용할 수 있다(전경문과 노태희, 2002). 따라서 사전 성취 수준이 유사한 학생들끼리 짝지는 동질적인 집단 구성의 경우, 학생들 사이에 의존적인 관계가 아닌 동등한 참여를 유발하여 효과적인 해결자·청취자 활동이 이루어진 것으로 생각할 수 있다. 그러나 이 연구의 결과만으로는 동질적인 집단 구성에서 언어적 상호작용이 실제로 어떠한 방식으로 이루어졌는지는 알 수 없다. 언어적 상호작용의 역할에 대한 보다 명확한 해석을 하기 위해서는 동질적으로 구성된 소집단과 이질적으로 구성된 소집단에서 해결자·청취자 활동을 진행하는 동안 발생하는 언어적 상호작용에 대한 정성적인 연구가 이루어질 필요가 있다.

해결자·청취자 활동을 통해 문제에 보다 분석적으로 접근할 수 있으므로 문제 해결력이 향상될 것이라는 기대와는 달리, 화학 문제 해결력에서는 집단 구성 방법과 무관하게 해결자·청취자 활동의 효과가 나타나지 않았다. 즉, 동질적인 집단 구성이 학생들의 분석적 기술은 증진시킬 수 있으나, 화학 문제 해결력을 향상시키지는 못하는 것으로 나타났다. 따라서 해결자·청취자 활동을 이용한 문제 해결에서 사전 성취 수준에 따른 소집단 구성 방법의 효과를 일반화하기 위해서는 지속적인 연구가 필요하다. 또한, 선행 연구(전경문과 노태희, 2001)에서 주장하듯이, 화학 문제 해결력을 향상시키기 위해서는 해결자·청취자 활동 이외의 다른 측면을 고려할 필요도 있다.

메타인지적 기술의 사용에 대한 인식에서도 집단 간의 차이가 나타나지 않았다. 이는 해결자·청취자 활동을 통해 메타인지적 기술의 사용이 강조되었음에도 불구하고, 학생들이 실제로 문제를 풀 때는 이러한 기술들이 잘 사용되지 않음을 의미한다. 그러나 한편으로는 수업 처치 기간에 이루어진 학생들의 메타인지적 기술의 사용 경험만으로는 그들의 특성적 인식에까지 영향을 미치지 못했

을 가능성도 간과할 수 없다. 따라서 해결자·청취자 활동과 메타인지적 기술에 대한 인식 사이의 관계를 분명히 하기 위해서는 학생들이 문제 해결 과정에서 실제로 사용하는 메타인지적 기술을 조사하거나, 보다 장기간의 연습 기회를 제공한 후 특성 메타인지적 기술에 대한 인식을 조사할 필요가 있다.

한편, 이 연구에서 학생들이 해결한 문제들은 상대적으로 알고리즘적 성격을 많이 지니고 있었다. 그런데 실제적인 문제 해결력은 단순한 알고리즘으로 풀 수 있는 문제보다는 불확실한 상황을 내포하여 도전감을 유발하는 비구조화된 문제에서 향상될 가능성이 높다. 또한, 문제의 성격에 따라 상위 학생들과 하위 학생들이 해결자·청취자 활동에 참여하는 정도도 다를 수 있다. 따라서 학생들이 비구조화된 문제에 대해 해결자·청취자 활동을 수행할 때, 소집단 구성 방법에 따른 효과 및 학생들의 문제 해결 행동에 대한 추후 연구가 필요하다. 한편, 이 연구의 결과 해결자·청취자 활동을 통해 분석적 기술이 증진되더라도 이것이 문제 해결력의 향상을 보장하지는 못하였으므로, 추후 연구에서는 문제 해결력을 향상시키기 위한 또 다른 요인들에 대한 탐색이 필요하다. 예를 들어, 창의성이나 자신감과 같은 정의적 변인들은 문제 해결에서 중요한 요소로 제안되어 왔음에도 불구하고(Nickerson et al., 1985), 이들 변인이 문제 해결력 미치는 영향에 대해서는 아직까지 명확히 밝혀지지 않은 실정이다.

국 문 요 약

이 연구에서는 해결자·청취자 활동을 이용한 화학 문제 해결에서 소집단 구성 방법에 따른 효과를 조사하였다. 서울시에 위치한 인문계 고등학교의 3개 학급을 선정하여 전통적 수업 집단, 동질적 집단 구성의 해결자·청취자 활동 수업 집단, 이질적 집단 구성의 해결자·청취자 활동 수업 집단으로 무선 배치하였다. 사전 검사로 메타인지적 기술의 사용에 대한 인식 검사를 실시하였다. 처치 집단의 학생들은 사전 성취 수준에 따라 동질적 집단과 이질적 집단으로 구성되었으며, 2명이 조를 이루어 화학 반응식과 화학 양론에 관한 문제를 해결하였다. 수업 처치 후 분석적 기술 검사, 문제 해결력 검사, 메타인지적 기술의 사용에 대한 인식 검사를 실시하였다. 일원 공변량 분석 결과, 동질적 집단 구성으로 해결자·청취자 활동을 한 수업 집단의 분석적 기술 점수가 다른 집단에

비해 통계적으로 유의미하게 높았다. 그러나 화학 문제 해결력 검사와 메타인지적 기술의 사용에 대한 인식 검사에서는 집단 간에 통계적으로 유의미한 차이가 없었다.

참 고 문 헌

- 노태희, 여경희, 전경문(1999). 문제 해결 전략에서 협동 학습의 효과. 한국과학교육학회지, 19(4), 635-644.
- 전경문과 노태희(2001). 문제 해결 전략과 해결자·청취자 활동이 고등학생의 화학 문제 해결에 미치는 효과. 한국과학교육학회지, 21(2), 289-298.
- 전경문과 노태희(2002). 해결자·청취자 문제해결 활동에서의 소집단 과정. 한국과학교육학회지, 22(3), 411-421.
- Bodner, G. M. (1987). The role of algorithms in teaching problem solving. *Journal of Chemical Education*, 64(6), 513-514.
- Bunce, D. M. & Heikkinen, H. (1986). The effects of an explicit problem-solving approach on mathematical chemistry achievement. *Journal of Research in Science Teaching*, 23(1), 11-20.
- Carmichael, J. W., Bauer, J. S., & Robinson, D. (1987). Teaching problem solving in general chemistry at a minority institution. *Journal of College Science Teaching*, 42(1), 453-457.
- Dorman, N. H. (1990). *The effects of a problem-solving course on secondary school students' analytical skills, reasoning ability and scholastic aptitude*. Unpublished Doctoral Dissertation, University of Maryland College Park.
- Glass, A. R. (1992). *The effects of thinking aloud pair problem solving on technology education students' thinking processes, procedures, and problem solutions (pair problem-solving)*. Unpublished Doctoral Dissertation, University of Minnesota.
- Heller, P., Keith, R., & Anderson, S. (1992). Teaching problem solving through cooperative grouping. Part 1: Group versus individual problem solving. *American Journal of Physics*, 60(7), 627-636.
- Hooper, S. & Hannafin, M. (1991). The effects of group composition on achievement, interaction, and learning efficiency during computer-based cooperative instruction. *Educational Technology, Research and Development*, 39(3), 27-40.
- Huffman, D. (1997). Effect of explicit problem solving instruction on high school students' problem-solving performance and conceptual understanding of physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(6), 551-570.
- Johnson, D. W. & Johnson, R. T. (1989). *Cooperation and competition: Theory and research*. Edina: Interaction Book Company.
- Nickerson, R. S., Perkins, D. N., & Smith, E. E. (1985). *The teaching of thinking*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum.
- O'Neil, H. F. & Abedi, J. (1996). Reliability and validity of a state metacognitive inventory: Potential for alternative assessment. *Journal of Educational Research*, 89(4), 234-245.
- Pestel, B. C. (1993). Teaching problem solving without modeling through "thinking aloud pair problem solving". *Science Education*, 77(1), 83-94.
- Slavin, R. (1981). Synthesis of research on cooperative learning. *Educational Leadership*, 33(8), 655-660.
- Spielberger, C. D. (1983). *Manual for the state-trait anxiety inventory (Form Y)*. Palo Alto: Consulting Psychologist Press.
- Watson, S. B. & Marshall, J. E. (1995). Effects of cooperative incentives and heterogeneous arrangement on achievement and interaction of cooperative learning groups in a college life science course. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(3), 291-299.
- Whimbey, A. & Lochhead, J. (1986). *Problem solving and comprehension*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum.