

해결자 · 청취자 문제해결 활동에서의 소집단 과정

전경문 · 노태희
(서울대학교)

Small Group Processes in Paired Think-Aloud Problem Solving

Jeon, Kyungmoon · Noh, Taehee
(Seoul National University)

ABSTRACT

This study investigated small group processes in paired think-aloud problem solving. Two high school chemistry classes were assigned to St-SL group (using Strategy-Solver · Listener) and SL group (Solver · Listener), and their small-group behaviors were audio/video taped. Verbal behaviors of solver and listener in respect to 4 problem-solving stages and performance levels at each stage were analyzed. At the understanding stage, listeners in the St-SL group exhibited more behaviors of agreement to solver's understanding processes about given and goal of problem. As regards recalling a related law at the planning stage, solvers in the St-SL group exhibited more behaviors of modification based on listener's questions or pointing out. These verbal interactions seemed to have a positive effect on students' deriving the physical quantity with the proper laws. Few in both SL and St-SL groups exhibited the behaviors regarding setting up subgoals. No verbal behavior was observed in the SL group at the reviewing stage, and solvers in the St-SL group tended to ask for listener's agreement. However, only few performed the strategy explaining the meaning of answer at the molecular level correctly through the interactions. The St-SL group perceived that the understanding stage was the most helpful and that the planning or reviewing stages were difficult to apply.

Key words: small group processes, paired think-aloud problem solving, problem-solving strategy

I. 서 론

문제해결력을 향상시키기 위한 교수 방법들이 다양한 맥락에서 개발되어 왔으며, 그 일환으로 전문가의 문제해결 과정을 전략화한 교수 방법을 들 수 있다

(Reif, 1983). Woods(1989)에 의하면 3~10단계로 구성된 문제해결 전략이 60가지 이상 제안되었는데, 그 효과에 대해서는 상반된 결과들이 보고되고 있다. 전략을 사용한 집단의 문제해결력이 향상된 경우도 있지만(Mette *et al.*, 1980), 학생들이 새로운 전략

을 제대로 수행하지 못하거나 비교적 많은 시간을 요하는 전략보다 기존의 방식을 사용하려는 경향 등으로 인해 전통적 수업과 차이가 없는 경우도 있었다 (Bunce & Heikkinen, 1986). 성공적인 전략 수행과 문제해결을 유도하기 위해서는, 문제해결 전략의 교수뿐 아니라 실제 문제해결 과정에서 이를 사용하도록 지도할 필요가 있다(노태희 등, 1999).

이와 같은 맥락에서 전경문과 노태희(2001)는 4단계 문제해결 전략을 교수한 후 해결자·청취자 활동(Pestel, 1993)으로 전략 사용을 점검하도록 하는 교수 방법을 연구하였다. 해결자가 전략을 사용하여 소리내어 문제를 해결하고 청취자가 이를 듣고 이해하도록 한 이 교수 방법은 학생들의 전략 수행 능력 향상에 효과적이었으며, 그 중에서도 특히 범칙 회상이나 적용 능력을 향상시키는 것으로 조사되었다. 그러나 하위 목표 설정 능력이나 검토 능력은 향상시키지 못했다. 따라서 이러한 수업 처치에서 소집단 문제해결 과정을 분석하여, 그 교수 효과에 영향을 주는 요인을 조사해 볼 필요가 있다.

일반적으로 소집단 활동의 효과는 구성원들의 언어적 행동과 밀접한 관련이 있는 것으로 조사되었으므로(전경문 등, 2000), 소집단 문제해결 과정을 조사하기 위해서는 개인의 문제해결 과정과 함께 언어적 행동을 분석하는 것이 필수적이다. 이에 본 연구에서는 문제해결 전략을 사용하여 해결자·청취자 활동을 하는 집단(St-SL: Strategy-Solver·Listener)을 대상으로 언어적 행동과 문제해결 단계를 분석하였다. 이를 토대로 언어적 행동의 문제해결 단계별 빈도를 조사하여, 전략을 사용하지 않는 집단(SL: Solver·Listener)과의 차이를 조사하였다. 또한, 해결자·청취자 활동 과정에서의 문제해결 단계별 수행 수준 및 전략에 대한 학생들의 인식을 조사하였다. 본 연구의 구체적인 목표는 다음과 같다.

1. 문제해결 단계별로 언어적 행동을 조사하여, SL 집단과 St-SL 집단 사이의 빈도 차이를 조사한다.
2. 문제해결 단계별 수행 수준에 대하여 SL 집단과 St-SL 집단의 경향성을 비교한다.
3. St-SL 집단을 대상으로 문제해결 전략의 장점, 단점, 도움이 된 단계, 어려운 단계에 대한 인식을 조

사한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상 및 절차

서울시에 소재한 일반 고등학교 2학년 자연 계열 두 학급을 SL 집단과 St-SL 집단으로 배치하였다. 이전 학기 기말 고사 화학 성적에 기초하여 해결자·청취자 활동을 위한 소집단을 (상·중), (중·하), (하·상)과 같이 이질적으로 구성하였다. 교수 방법에 대한 예비 지도 및 연습을 2차시 실시한 후, 기체 단원에 대한 본 수업 4차시와 연습 문제해결 시간 1차시를 진행하였다. 본 수업이 진행되는 동안 매 차시마다 학급별로 해결자와 청취자의 사전 성취 수준이 (상·중), (중·하), (하·상)인 3개조씩을 선정하여, 총 24개조의 문제해결 과정을 녹화/녹음하였다. 모든 수업이 끝난 후, St-SL 집단을 대상으로 문제해결 전략에 대한 인식 검사를 실시하였다.

2. 수업 내용 및 방법

매 차시마다 교사의 강의 이후 학생들에게 해결자·청취자 활동(Pestel, 1993)을 통한 문제해결 시간을 제공하였다. 해결자는 소리내어 문제를 해결하고, 청취자는 해결자의 사고 과정을 가능한 방해하지 않는 범위 내에서 이해되지 않는 부분을 질문하고 잘못된 부분을 지적해 주도록 하였다. 이 때, St-SL 집단에서는 이해-계획-풀이-검토의 4단계 문제해결 전략(전경문, 1999)을, SL 집단에서는 학생들 나름의 풀이 방식을 사용하도록 하였다. 교사는 학생들의 활동을 순회 지도하고, 활동이 끝나면 정리 자료를 제공하였다.

3. 자료 분석 방법

녹화/녹음 테이프와 학생들의 답안지를 참조하여 프로토콜(protocol)을 작성하였다. 먼저 해결자와 청취자의 언어적 행동을 선행 연구(전경문과 노태희,

2000)의 분석틀에 의해 각각 8개 범주씩 총 16개 범주로 분석하였다. 해결자의 언어적 행동 중 '동의 요청'은 자신의 해결 과정에 대한 청취자의 이해 여부나 동의 여부를 확인하는 과정이다. '제공'은 청취자의 질문, 지적 등에 대해 답하는 과정이고, '수정'은 청취자의 의견을 수용하여 문제 해결 과정을 수정하는 것이다. 청취자의 언어적 행동 중 '지적'은 잘못된 부분을 지적해주는 것이고, '수용'은 자신이 질문하거나 지적했던 사항에 대한 해결자의 의견을 받아들이는 것이다. 그밖에 '정당화'는 반대 의견에 부딪혔을 때 자신의 견해를 방어하는 것이다.

문제해결 과정은 본 연구에서 사용한 전략(전경문, 1999)과 개인의 사고 과정을 조사한 선행 연구(노태희 등, 1996)에 기초하여 4단계로 분석하였다(Table 1). 이해 단계는 주어진 조건이나(A1) 구해야 할 것을(A2) 파악하고 문제를 분자 수준에서 표상하는(A3) 과정이고, 계획 단계는 문제와 관련된 개념이나 법칙을 회상하거나(B1) 풀이에 대한 목표를 설정하는(B2) 과정이다. 풀이 단계는 구체적인 수치 대입을 통한 식의 완성이나(C1) 이에 대한 수리적 수행을(C2) 의미하며, 검토 단계는 구한 답과 구해야 할 것 비교(D1), 계산 과정 검토(D2), 답의 의미 파악(D3), 분자 수준에서의 설명(D4)을 의미한다.

해결자와 청취자의 언어적 행동의 빈도를 문제해결

단계별로 조사하여 SL 집단과 St-SL 집단간 차이를 Mann-Whitney 검정으로 비교하였다. 문제해결 각 단계에서의 수행 수준에 대해서도 SL 집단과 St-SL 집단의 경향성을 비교하였다. 프로토콜은 2인의 분석자가 연습·논의하고 분석자간 일치도(intercoder agreement)를 구한 후, 분석자 1인이 분석하였다. 분석자간 일치도는 언어적 행동에서 .90, 문제해결 과정에서 .95, 단계별 수행 수준에서 .92를 얻었다.

III. 결과 및 논의

1. 문제해결 단계별 언어적 행동의 빈도

언어적 행동과 문제해결 단계 분석의 예를 [부록 1]에 제시하였다. 이에 기초하여 문제해결 단계별 언어적 행동의 빈도를 조사하였다. 이해 단계에 관한 언어적 행동 중 Mann-Whitney 검중에 의한 집단간 빈도 차이가 유의미한 것은(Table 2), 해결자가 청취자에게 정보를 '제공(0, .25)'하는 경우와 청취자가 해결자의 사고 과정에 대해 '동의(0, .67)'하거나 '질문(0, .25)'하는 경우이었다. 세부적인 문제해결 과정(Table 1)별로 살펴보면, 문제에서 주어진 조건이나(A1) 구해야 할 것을(A2) 파악하는 과정에 대해 St-SL 집단 청취자가 해결자에게 '동의'를 표하는 행동이 많이 나타났다(A1: 0, .25, A2: 0, .25). 이해 단계에서 주로 '동의'가 나타난 것은 St-SL 집단 학생들이 4단계 전략(전경문, 1999) 중 '주어진 조건 및 구해야 할 것은 무엇인가?'라는 전략을 수행하는데 별다른 어려움을 겪지 않는다는 것을 의미한다.

계획 단계의 경우 총 16개 언어적 행동 중 12개가 SL 집단보다 St-SL 집단에서 많이 관찰되었고, 청취자가 단순히 '동의'하는 것 이외에도 '질문'하거나 오류를 '지적'하는 것, 청취자의 의견을 토대로 해결자가 문제해결 과정을 '수정'하는 것 등에서 집단간 차이가 유의미하였다. 이러한 상호작용은 하위 목표를 설정하는(B2) 과정보다는 주로 관련된 개념이나 법칙을 회상하는(B1) 과정에서 나타났다. 4단계 전략이 제시되지 않은 SL 집단에서도 문제를 성공적으로 해결하기 위해서는 관련된 개념이나 법칙을 회상하는

Table 1. Framework for analyzing 4-stage problem solving processes

Understanding	A1 grasping given
	A2 grasping unknown
	A3 representing at molecular level
Planning	B1 recalling related concept/law
	B2 setting up subgoals
Solving	C1 making numerical formula
	C2 mathematical execution
Reviewing	D1 comparing answer with unknown
	D2 reviewing calculating processes
	D3 grasping meaning of answer
	D4 explaining at molecular model

Table 2. Mean frequencies of verbal behaviors at each problem solving stage

Category	Understanding		Planning		Solving		Reviewing	
	SL	St-SL	SL	St-SL	SL	St-SL	SL	St-SL
Solvers								
Require agreement			.42	.58	1.67	1.00		.58**9)
Agree	.08	.08	.08	.17	.25	.08		
Disagree						.08		
Provide		.25*1)	.25	1.08	.17	.58		.17
Justify			.08	.42	.33	.25		.17
Ask in Return		.08	.08	.25	.33*8)			.17
Correct		.08		.17	.17			
Modify		.08		.42**4)	.33	.67		.50**10)
Listeners								
Agree		.67*2)	.42	1.33*5)	1.42	.92		.58**11)
Disagree			.08	.08	.17	.25		.25
Repeat			.08	.33	.08			
Clarify		.08						
Ask		.25*3)	.17	1.42**6)	.75	.83		.33*12)
Point out	.08	.25	.33	1.08*7)	.92	1.25		.58**13)
Justify					.25	.17		
Accept				.17	.08			

* p < .10, ** p < .05.

1) U = 54.0, Z = -1.81, 2) U = 54.0, Z = -1.81, 3) U = 54.0, Z = -1.81, 4) U = 48.0, Z = -2.14, 5) U = 45.0, Z = -1.75, 6) U = 37.0, Z = -2.42, 7) U = 45.0, Z = -1.80, 8) U = 54.0, Z = -1.81, 9) U = 48.0, Z = -2.13, 10) U = 48.0, Z = -2.14, 11) U = 42.0, Z = -2.45, 12) U = 54.0, Z = -1.81, 13) U = 48.0, Z = -2.13.

것이 필수적이지만, '관련된 개념이나 법칙은 무엇인가?' 라는 전략이 제시된 St-SL 집단에서 이에 관한 논의가 보다 활발히 진행되었다. 청취자의 '질문(.17, 1.17)' 과 해결자의 '제공(.25, .83)' 과정을 거치거나 청취자의 '지적(.17, .67)' 과 해결자의 '수정(0, .25)' 과정을 거침으로써(전경문과 노태희, 2000), St-SL 집단의 학생들은 개념이나 법칙을 이해하고 적용하는데 많은 도움을 얻을 것으로 기대된다. 이는 전략 수행 능력에 대한 교수 효과를 조사하기 위해 서술형 지필 검사를 실시한 선행 연구(전경문과 노태희, 2001)에서 St-SL 집단에서만 '관련 법칙 회상' 이나

'물리량 유도' 능력이 향상되었던 결과를 설명해 줄 수 있다.

한편, 하위 목표를 설정하는 전략은 초보자의 문제 해결 과정에서는 관찰하기 어려운 것으로 보고되어 왔으므로(노태희 등, 1996), SL 집단에서 이에 관한 언어적 행동이 적게 나타난 것도 이와 동일한 맥락에서 해석할 수 있다. 그러나 '하위 목표를 설정할 수 있겠는가?' 라는 전략이 제시된 St-SL 집단에서 이에 관한 논의가 별로 나타나지 않은 이유에 대해서는 보다 면밀한 분석이 요구된다.

풀이 단계에 관한 언어적 행동은 대체로 SL 집단

에서 더 많이 나타나는 경향이 있었는데, SL 집단에서 나타난 대부분의 언어적 행동은 문제해결 4단계 중 풀이 단계에 관한 것이었다. St-SL 집단에서는 풀이 단계에 대한 언어적 행동도 많았지만, 그보다는 계획 단계에 대한 행동이 많았다.

검토 단계의 경우는 SL 집단에서는 언어적 행동이 전혀 관찰되지 않았으나 St-SL 집단에서는 총 16개 범주 중 10개 범주에 해당하는 언어적 행동이 관찰되었고, 이 중 일부가 집단간 차이를 나타내었다. 검토 단계에 관한 언어적 행동 중 가장 많이 나타난 것은 해결자가 자신의 검토 과정에 대해 동의를 요청하는 것(동의 요청)과 청취자가 해결자의 검토 과정에 '동의'하거나 잘못을 '지적'해주는 것이었다(0.58). 집단간 차이가 유의미하였던 행동은 해결자가 청취자의 동의를 구하거나(동의 요청) 청취자가 해결자의 검토 과정에 '동의'하는 것, 그리고 청취자가 '질문', '지적'하거나 이를 토대로 해결자가 검토 과정을 '수정'하는 것이었다. 이 단계에서 다른 단계와 차이를 보인 부분 중 하나는 해결자의 '동의 요청' 행동이 다른 행동에 비해서 상대적으로 많이 나타난 것인데, 이는 학생들이 자신의 검토 과정에 대한 자신감이 부족하기 때문인 것으로 해석할 수 있다.

해결자·청취자 활동은 기본적으로 해결자가 문제 해결을 주도하는 활동이므로, 조원간의 활발한 의견 교환을 토대로 하는 협동학습이나 소집단 토론 활동(전경문 등, 2000; Derry *et al.*, 1994) 등과는 달리 언어적 행동의 빈도가 크지는 않았다. 그러나 문제해결 과정에서의 언어적 상호작용이 문제해결력과 관련 있다는 관점에서 볼 때(전경문 등, 2000), SL 집단보다 St-SL 집단에서 언어적 행동이 많이 나타난 것은 의미 있는 결과이다. 특히 St-SL 집단에서 수치 대입이나 계산 등의 단순한 풀이 과정보다는 이해, 계획, 검토의 과정에 대한 언어적 상호작용이 증가한 점은, 이러한 교수 방법이 학생들의 문제해결력을 보다 효과적으로 향상시킬 수 있음을 시사한다.

2. 문제해결 단계별 수행 수준

문제해결 단계별 수행 수준을 분석하여 St-SL 집

단과 SL 집단에서 나타난 특성을 비교하였다(Table 3). 이해 단계의 경우 두 집단 모두 문제에서 주어진 것이나 구해야 할 것을 잘못 이해하는 경우는 거의 없었다. 그러나 St-SL 집단 학생들은 '주어진 조건은 무엇인가?(전경문, 1999)'라는 전략을 수행하기 위하여 모든 조건을 한꺼번에 확인, 기록하는 반면(11개조), SL 집단 학생들은 일단 풀이 과정을 진행하면서 필요할 때마다 조건들을 부분적으로 확인하는 경향이 있었다(10개조). 이는 SL 집단 학생들이 불필요한 정보들로부터 적절한 정보를 선별해내지 못했던 결과(전경문과 노태희, 2001)와 일맥상통한다. 문제를 분자 수준으로 표상해 보는 과정은 '분자 모형으로 나타낼 수 있겠는가?'라는 전략을 교수한 St-SL 집단의 경우 9개조 중 7개조에서 분자 수준의 그림을 올바르게 표현하였으나, SL 집단에서는 전혀 그렇지 못했다. 이 결과는 초보자인 학생들이 문제해결 전문가와 같이 상징적, 거시적, 미시적 수준에서 문제를 표상하지는 못한다는 것을 의미한다(Noh & Scharmann, 1997).

계획 단계 중 법칙 회상에 대해서는 SL 집단과 St-SL 집단 내 모든 조들이 올바른 법칙을 회상하는 것으로 조사되었다. 이는 서술형 지필 검사 결과(전경문과 노태희, 2001) '관련 법칙 회상'이나 개념이나 법칙을 올바르게 적용하는 '물리량 유도'에 대한 학생들의 능력이 St-SL 집단에서만 향상되었던 것과 상반되는 결과로 보인다. 해결자·청취자 활동에서의 문제해결 수행 수준은 교사의 문제해결 직후에 예제를 해결하면서 이루어진 2인의 상호작용 결과이므로 올바른 법칙을 사용할 가능성이 보다 높을 것으로 파악된다. 그러나 St-SL 집단에서 법칙 회상에 관한 언어적 상호작용이 많이 나타난 점(Table 2)을 고려할 때, 올바른 법칙을 이용한 문제해결 과정뿐 아니라 이에 대한 질문, 지적, 수정 등의 과정을 거치는 것이 학생들의 개념이나 법칙 학습에 도움을 준 것으로 해석할 수 있다.

계획 단계 중 하위 목표 설정에 대해서는 두 집단 모두 12개 조 가운데 절반 가량의 조에서만 바르게 수행하였다. 전문가(성공자)와 초보자(실패자)의 사고 과정 분석을 토대로 한 대부분의 문제해결 전략에

Table 3. Performance levels at each problem solving stage

Stage	Performance levels		SL (n=12)	St-SL (n=12)
Understanding	understanding given & unknown	correctly	12	11
		wrongly	0	1
	representing at molecular level ¹⁾	microscopic	0	7
		macroscopic	1	1
		not trying	8	1
Planning	recalling related law	correctly	12	12
		wrongly	0	0
	setting up subgoals	correctly	6	7
		wrongly	1	2
		not trying	5	3
Solving	mathematical execution	correctly	9	10
		wrongly	0	0
		giving up halfway	3	2
Reviewing	reviewing calculating process	correctly	1	10
		not trying	11	2
	grasping meaning of answer	correctly	6	10
		not trying	6	2
	explaining at molecular model ²⁾	correctly	0	1
wrongly		0	6	
not trying		9	2	

^{1), 2)} 4문제 중 3문제에서만 나타나므로 n = 9.

서 주어진 문제를 하위 문제로 나누거나, 하위 목표를 설정하도록 강조하고 있으나(Asieba & Egbugara, 1993; Bunce & Heikkinen, 1986), 학생들이 이 능력을 습득하는 데에는 많은 어려움이 있는 것으로 보인다. 따라서 이러한 어려움에 대한 원인을 조사하거나 이를 고려하는 교수 방법에 대한 계속적인 연구가 필요하다. 특히 '하위 목표를 설정할 수 있겠는가?' 라는 전략이 제시된 St-SL 집단에서도 이 과정에 대한 언어적 상호작용이 별로 나타나지 않았던 것은, 학생들에게 이 과정의 중요성을 보다 강조할 필요가 있음을 시사한다. Heller, Keith, Anderson(1992)의 연구에서와 같이 전략 사용이 보다 필수적으로 요구되는 문제 유형을 개발하여 수업에 활용하는 것도 하나의 방안이 될 수 있을 것이다.

검토 단계의 경우 SL 집단에서는 언어적 상호작용이 전혀 없었으나, 답의 의미를 생각해보는 학생들은 일부 관찰되었다. St-SL 집단에서는 검토 단계 전략에 대한 언어적 상호작용이 전반적으로 증가하는 경향이 있었으나, 대부분 계산 과정이나 답의 의미에 대해서만 바르게 수행하였다. 이 집단의 경우 답의 의미를 분자 모형으로 설명해 보는 것은 9개조 가운데 7개조에서 시도는 나타났으나 그림을 바르게 표현한 학생들은 거의 없었다. 온도 변화시 기체 분자의 개수가 보존되는 것, 기체의 분압과 분자 수가 비례하는 것 등을 제대로 표현하지 못할 뿐 아니라, 분자 모형으로 나타내기 위해 단순한 피스톤, 풍선 등을 그리는 데에도 어려움을 겪는 경우가 있었다. 분자 수준에서의 개념을 이해하는 것은 대부분의 화학 개

념을 이해하거나 화학 문제를 해결하는 데에 필수적인 요소이므로(Noh & Scharmann, 1997), 이를 교수하기 위한 지속적인 노력이 요구될 뿐 아니라 학생들이 그림 그리기 자체에 느끼는 부담을 최소화할 수 있는 방안이 요구된다.

3. 문제해결 전략에 대한 인식 조사

4단계 문제해결 전략에 대한 학생들의 인식을 전략의 장점, 단점, 문제해결에 도움이 된 단계, 적용하기 어려운 단계로 구분하여 조사하였다. 먼저 4단계 전략의 장점에 대해서는(Table 4) 문제를 잘 이해하게 된다고 응답한 학생이 가장 많았고(27회), 검토 단계와 관련하여 실수를 방지한다거나(19회) 다각적인 검토를 유도한다고(10회) 응답한 학생들도 많았다. 체계적인 문제해결을 유도한다거나(9회) 문제해결 방향을 안내한다(4회)와 같이 계획 단계와 관련된 응답도 일부 나타났다. 그 외 관련된 지식에 관한 이해를 돕는다(16회), 사고력이나 응용력을 키워준다(14회), 기억이 오래 간다, 문제해결이 쉬워진다, 스스로 학습할 수 있게 된다 등의 응답이 나타났다.

4단계 문제해결 전략 중 문제해결에 가장 많은 도

Table 4. Students' perceptions to the benefits of problem-solving strategy (n = 45)

	Frequency
Understand problem better	27
Prevent errors	19
Understand concepts and lessons well	16
Foster thinking skill	14
Review in various ways	10
Solve problems systematically	9
Remember longer	6
Solve problems easily	6
Guide problem solving processes	4
Learn for oneself	4
Others	13
Total	128

움을 준 단계에 대해서는 이해 단계라고 응답한 경우가 가장 많았고(33회), 그 다음이 계획 단계이었다(23회). 전략의 장점이나 도움이 된 단계에 대하여 가장 많이 나타난 응답이 이해 단계와 관련되었던 것은, 전략을 학습한 집단에서 학생들의 조건 파악 능력이 향상되었던 것과 일치하며(전경문과 노태희, 2001), 이러한 결과들은 학생들이 문제해결 전략의 4 단계 중 이해 단계의 전략을 비교적 쉽게 습득하였음을 의미한다.

전략의 단점으로(Table 5) 가장 많이 나타난 응답은 시간이 많이 소모된다는 것이었다(33회). 비록 본 연구에서 문헌에 보고된 3~10단계의 문제해결 전략에 대한 검토를 토대로 비교적 간단한 4단계 전략(전경문, 1999)을 적용하였으나 학생들은 여전히 전략이 복잡하다(4회)고 생각하였고, 시간이 제한되는 시험에서는 적용이 불가능하다고(3회) 인식하였다. 이러한 결과는 학생들이 객관식 화학 시험에서 수업 시간에 배운 4단계 전략을 별로 사용하지 않았다고 응답한 결과(전경문과 노태희, 2001)와 일치한다. 따라서 전략을 보다 간소화하는 방안이나 학생들이 전략을 자동화할 수 있도록 하는 다양한 방법이 고려되어야 할 것이다. 예를 들어 전략 사용 과정에 대한 즉각적인 피드백을 제공하는 컴퓨터 보조 수업(노태희 등, 1998) 등을 활용할 수 있을 것이다. 아울러 불필요한 단계가 존재한다(12회), 번거롭고 귀찮다(7회), 전략

Table 5. Students' perceptions to the shortcomings of problem-solving strategy (n = 45)

	Frequency
Take more time	33
Exist unnecessary stages	12
Be complex and troublesome	7
Have too many stages	4
Strategy is unnecessary	4
Hard to apply in examination	3
Adhere to formality	3
Others	3
Total	69

이 불필요하다(4회) 등의 응답이 나타난 것은 학생들에게 전략을 단순히 교수하기만 하는 것이 아니라 문제해결에서 전략의 중요성을 보다 강조할 필요가 있음을 시사한다(Garofalo & Lester, 1985).

적용하기 어려운 단계에 대해서는 가장 많은 학생들이 계획 단계라고 응답하였고(37회), 그 중에서도 특히 하위 목표 설정에 대해 어려움을 느끼는 학생들이 많았다(25회). 그 다음은 검토 단계가 어렵다고 생각하는 학생들이 많았다(18회). 이는 하위 목표 설정이나 검토 전략에 대한 학생들의 수행 수준이 매우 낮다는 선행 연구 보고(전경문과 노태희, 2001)와 일치하는 결과이다. 또한 해결자·칭취자 활동에서의 문제해결 단계별 수행 수준을 분석한 결과(Table 3), St-SL 집단에서 하위 목표를 바르게 설정한 조가 절반밖에 되지 않았던 점이나, 답의 의미를 분자 모형으로 설명하는 과정을 제대로 수행한 조가 거의 없었던 결과와도 일치한다. 이러한 일관된 결과들은 4단계 문제해결 전략에서 계획이나 검토 단계를 보다 강화하거나 이들 단계를 보다 효과적으로 습득할 수 있도록 유도하는 교수 방안이 필요함을 시사한다.

IV. 결 론

본 연구에서는 문제해결 전략을 사용하여 해결자·칭취자 활동을 하는 학생(St-SL)들을 대상으로, 소집단 문제해결 과정을 분석하였다. 해결자와 칭취자의 언어적 행동의 빈도를 이해-계획-풀이-검토의 4단계별로 조사하고 문제해결 단계별 수행 수준을 조사하여 전략을 사용하지 않는 경우(SL)와 비교하였다. 문제해결 전략의 장점, 단점, 문제해결에 도움이 된 단계, 적용하기 어려운 단계에 대한 학생들의 인식도 조사하였다.

이해 단계의 경우 St-SL 집단의 해결자가 문제의 조건이나 구해야 할 것을 파악하는 과정에 대해 칭취자가 단순히 동의하는 행동이 많이 나타났다. 이는 학생들이 주어진 조건 및 구해야 할 것을 파악하도록 한 전략을 쉽게 적용할 수 있음을 의미한다. 전략에 대한 인식 검사에서도 학생들은 전략의 가장 큰 장점

이 문제의 이해를 도모하는 것이라고 응답하였고, 문제해결에 가장 많은 도움을 준 단계 역시 이해 단계인 것으로 응답하였다.

계획 단계 중 관련된 법칙에 대해서는 St-SL 집단의 칭취자가 질문, 지적하고 이에 대해 해결자가 설명을 제공하거나 해결 과정을 수정하는 행동이 많이 나타났다. 관련된 법칙을 회상하도록 하는 전략이 제시되지 않은 SL 집단에서도 해결자·칭취자 활동도 중 잘못된 법칙을 회상하는 경우는 없었다. 그러나 법칙 회상이나 적용 능력이 St-SL 집단에서만 향상되었던 선행 연구(전경문과 노태희, 2001)의 결과를 고려할 때, St-SL 집단에서 이 전략의 수행 도중 발생한 언어적 상호작용이 학생들이 개념이나 법칙을 올바르게 이해하는 데에 긍정적인 영향을 줄 것으로 파악된다. 하위 목표를 설정하는 것에 대해서는 언어적 상호작용도 별로 나타나지 않았고, 해결자·칭취자 활동 과정에서 이를 제대로 수행한 경우도 별로 없었다. 학생들은 문제해결 전략 중 하위 목표 설정 단계를 가장 어려운 단계로 인식하고 있었다.

검토 단계에 대해서는 SL 집단에서는 이에 관한 언어적 상호작용이 전혀 나타나지 않았으나, 전략이 제시된 St-SL 집단의 경우 각각의 검토 전략에 대한 언어적 상호작용이 전반적으로 증가하였다. 다른 단계와 달리 특히 많이 나타난 행동은 해결자가 칭취자의 동의를 구하는 것이었다. 이러한 행동을 통해 계산 과정을 검토하는 전략은 비교적 쉽게 습득하는 것으로 파악되나, 답의 의미를 분자 수준에서 설명하는 전략을 바르게 수행하는 경우는 거의 없었다.

본 연구의 결과를 고려할 때, 학생들의 문제해결력 향상을 도모하기 위해서는, 계획이나 검토 단계를 보다 강화한 문제해결 전략을 개발하거나 이들 단계의 전략을 보다 효과적으로 습득할 수 있도록 유도하는 교수 방안에 관한 연구가 진행될 필요가 있다. 또한, 4단계 전략의 단점으로 시간이 많이 소모된다는 응답이 가장 많이 나타났으므로, 전략을 보다 간소화하는 방안이나 학생들이 전략을 자동화할 수 있도록 하는 다양한 방안에 대해서도 계속 연구해 보아야 한다.

적 요

해결자·청취자 활동에서의 소집단 문제해결 과정을 조사하였다. 고등학교 화학 수업 시간에 두 학급을 선정하여 문제해결 전략을 사용하여 해결자·청취자 활동을 하는 집단(St-SL)과 전략을 사용하지 않는 집단(SL)으로 무선 배치한 후, 소집단 활동 과정을 녹화/녹음하였다. 해결자와 청취자의 언어적 행동을 4단계 문제해결 단계에 따라 분석하고, 각 단계별 수행 수준을 조사하였다. 이해 단계에서는 St-SL 집단의 해결자가 문제의 조건이나 구해야 할 것을 파악하는 과정에 대해, 청취자가 단순히 동의하는 행동이 많이 나타났다. 계획 단계 중 관련된 법칙 회상에 대해서는 St-SL 집단의 청취자가 질문, 지적하고 이를 토대로 해결자가 수정하는 행동이 많이 나타났는데, 이러한 언어적 상호작용이 학생들이 올바른 법칙을 사용하여 물리량을 유도해내는 데에 긍정적인 영향을 준 것으로 파악된다. SL 집단과 St-SL 집단 모두 하위 목표를 설정하는 것에 관한 언어적 상호작용은 별로 나타나지 않았고, 이를 제대로 수행한 경우도 별로 없었다. 검토 단계에서 SL 집단의 경우 상호작용이 전혀 나타나지 않았고, St-SL 집단에서는 해결자가 청취자의 동의를 구하는 행동이 많이 나타났다. 그러나 이러한 상호작용을 통해서도 답의 의미를 분자 수준에서 설명하는 전략에 대해서 바르게 수행하는 경우는 거의 없었다. 인식 검사에서는 학생들이 문제해결에 가장 많은 도움을 준 단계는 이해 단계이고, 계획이나 검토 단계는 적용하기 어려운 것으로 응답하였다.

참 고 문 헌

- 노태희, 김창민, 차정호, 전경문(1998). 물질의 입자성과 문제해결 전략을 강조한 컴퓨터 보조 수업이 고등학생들의 화학 학습에 미치는 효과. 한국교육학회지, 18(3), 337-346.
- 노태희, 여경희, 전경문(1999). 문제해결 전략에서 협동 학습의 효과. 한국교육학회지, 19(4), 635-644.
- 노태희, 전경문, 한인옥, 김창민(1996). 학생의 인지 발달 수준과 문제의 상황에 따른 화학 문제해결 행동 비교. 한국교육학회지, 16(4), 389-400.
- 전경문(1999). 문제해결 전략과 해결자·청취자 활동: 화학 수업에서의 교수 효과 및 소집단 문제 해결 과정. 서울대학교 박사학위 논문.
- 전경문과 노태희(2000). 해결자·청취자 활동에서의 언어적 행동. 한국교육학회지, 20(4), 624-633.
- 전경문과 노태희(2001). 문제해결 전략과 해결자·청취자 활동이 고등학생의 화학 문제해결에 미치는 효과. 한국교육학회지, 21(2), 289-298.
- 전경문, 여경희, 노태희(2000). 협동학습 과정에서의 언어적 행동과 화학 문제해결력 사이의 관계. 한국교육학회지, 20(2), 234-243.
- Asieba, F. O., & Egbugara, O. U.(1993). Evaluation of secondary pupils' chemical problem-solving skills using a problem-solving model. *Journal of Chemical Education*, 70(1), 38-39.
- 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.
- Derry, S., Tookey, K., & Chiffy, A.(1994). A Microanalysis of pair problem solving with and without a computer tool. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, New Orleans, LA.
- Garofalo, J., & Lester, J. F. K.(1985). Metacognition, cognitive monitoring, and mathematical performance. *Journal for Research in Mathematics Education*, 16(3), 163-176.
- 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.
- Mettes, C. T. C. W., Pilot, A., Roosink, H. J., & Kramers-Pals, H.(1980). Teaching and learning problem solving in science. Part I: A general strategy. *Journal of Chemical Education*, 57(12), 882-885.
- Noh, T., & Scharmann, L. C.(1997). Instructional influence of a molecular-level pictorial presentation of matter on students' conceptions and problem-solving ability. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(2), 199-217.
- Pestel, B. C.(1993). Teaching problem solving without modeling through "thinking aloud pair problem solving". *Science Education*, 77(1), 83-94.
- Woods, D. R.(1989). Problem solving in practice. In D. L. Gabel (Ed.), *What research says to the science teacher: problem solving* (pp. 97-121). Washington, DC: National Science Teachers Association.

부 록

언어적 행동과 문제해결 단계 분석의 예

해결자	청취자	
A1 A2	명료화 -A2	임: 수소 기체 0 °C 1기압에서 부피가 100 cc를 100 °C인 1기압으로 바꾸면, 임: 부피는 몇이 되겠는가? 김: 아, 우리가 구해야 할 것이 부피네?
제공-B1	질문-B1 반복-B1	김: 아, 샤를의 법칙이 뭔데, 좀 설명해 주겠니? 임: 샤를의 법칙이란 온도와 부피가 비례한다는 거야. 김: 아 온도와 부피가 비례한다구.
제공-C1 동의 요청 -C1		이: 위에 있는 예들처럼 각 10 L에 10 L, 이게 변화된 부피고, 그러니까 x z를, 변화된 부피에 대한 압력을 x로 잡고, 그 전의 거랑 같다고 볼 수 있잖아. 그러니까 이렇게 놓은 거야. 이: 이해되지?
D3	부정-D3	조: ... 1기압에서 질소와, 질소 4 L의 부분 압력은 0.4 atm이고, 마찬가지로 0 °C, 1기압에서 산소 2 L의 부분 압력은 0.2 atm이 된다. 김: 아냐. 아닌 것 같아.