

고등학생들의 생물 오개념 처치를 위한 수업모형 연구

정 완 호

(한국교원대학교)

(1997년 6월 29일 받음)

I. 서 론

1950년대 이후 나타난 구성주의자들은 교수-학습과정에서 교사가 학생들에게 학습내용을 제시할 때, 학생들은 이미 학습내용과 관련된 개념들을 각자의 경험을 통하여 선개념(preconception)을 가지고 있다고 주장하였다(Ausubel *et al.*, 1978). 학습자의 선개념 중에서도 당대의 과학적 지식과는 다른 개념들을 특히 오개념(misconception)이라고 한다.

만약 학습자 자신의 사전 지식이 공식적인 과학 수업에 나타난 개념과 다른 개념인 오개념(misconception)을 가지고 있다면, 교육과정 내용과 교수 접근은 학생들의 개념변화가 이루어질 수 있도록 구성되어야 한다.

오개념에 관한 연구는 교사가 올바른 개념을 가르쳤을 때, 학생들은 그 개념을 올바르게 이해하는 것이 아니라 학생들이 이미 가지고 있는 지식과 앞으로 배울 지식 사이의 상호작용에 의해 학습이 이루어진다고 하는 생각에서 출발하였다. 학생 지식의 재구성이나 개념 변화를 교수에서 도외시하는 것은 과학적 지식과 과학에 관한 지식을 학생들에게 이해하도록 가르치는 교실 환경의 인지적, 사회 심리적 역할을 과소 평가하는 것이다(Leinhardt & Greeno, 1986).

오개념 연구가 빠르게 확산되고 심도있게 진행되는 이유는 오개념 연구의 실용성에 있다. 즉, 오개념에 관한 연구 결과를 즉시 수업 현장에 적용시킬 수 있고, 교사들의 수업 활동을 통해 학생들의 오개념을 치유할 수 있어, 과학적 개념을 갖도록 할 수 있기 때문이다.

전세계적으로 볼 때 생물 교육학에서도 오개념에 관한 연구물들이 많이 나오고 있다. 생물학적 개념들은 주로 용어에 대한 개념의 이해 중심으로 이루어져 있으므로, 생물학에도

분명히 오개념이 존재하며, 특히 용어에서 기인되는 선입견 및 오개념들이 많이 나타나고 있다는 것이다.

생물학적 개념에 대한 오개념들이 생물학의 전 영역에 걸쳐서 광범위하게 밝혀져 있으며, 그 연구 대상도 초 중 고등학생 뿐만 아니라, 대학생 및 교사들까지 다양하게 이루어져 있다(Stavy & Berkovitz, 1980; Hewson *et al.*, 1983). 또한 규명된 오개념을 극복할 수 있는 수업모형 및 모델을 개발하여, 학교 현장의 과학 수업에 활용하고 있다(Arnold & Millar, 1987; 최병순, 1990; 홍순경, 1991; 김충호, 1992). 그러나 최근까지 국내에서는 초 중 고등학생들을 대상으로 생물 오개념에 대한 규명만이 이루어지고 있는 실정이다(전태식, 1986; 차희영, 1990).

오개념 연구를 진행하는데 있어서 일차적으로는 오개념의 유형을 밝히고 원인을 진단하는 것이 중요하지만, 궁극적으로는 일단 밝혀진 각각의 오개념을 치유할 수 있는 수단, 즉 수업모형을 개발하는 작업이 후속되어야 한다(조정일 등, 1994). 오개념 연구의 선두에서 있는 물리학 분야에서는 이미 오개념의 유형 파악이 마무리가 되면서 그 물리학적 오개념을 처치할 수 있는 방안에 대한 고찰도 충분히 진행되어 왔다.

이러한 흐름으로 볼 때 생물학적 오개념의 유형 파악이 일단락 지어진 현 시점에서는 그러한 생물학적 오개념을 처치하기 위한 수업모형의 개발에 대한 필요성이 강하게 부각되고 있다.

지식의 재구성을 강조하는 학습 체계와 교과 체계를 사용하는 과학에서의 새로운 접근은 순환학습 수업모형, 개념변화 수업모형, 발생학습 수업모형이다(Duschl & Hamilton, 1992). 따라서 본 연구에서는 개념변화의 수업모형으로서

* 이 논문은 1996년도 한국학술진흥재단의 공모과제 연구비에 의하여 연구되었음.

대두되고 있는 순환학습(Renner, 1986; Saunders *et al.*, 1987; 최병순, 1990), 개념변화 수업모형 즉, 인지갈등 수업모형(문충식, 1990; 김명련, 1994)과 우리 나라 과학교육에서 강조되어 온 가설검증 수업모형(박성권, 1993; 김광수, 1994)을 적용하여 생물학적 오개념 처치에 적합한 수업모형을 밝히는 데 그 기본 목적이 있다.

II. 연구 방법 및 절차

본 연구는 국내외에서 밝혀진 생물학적 오개념 중 ‘삼투’ 개념을 중심으로 오개념을 극복할 수 있는 적절한 수업모형을 밝혀내는데 목적을 두고 있다. 따라서, 인지갈등, 순환학습, 가설 검증 수업모형이 개념 변화에 어떤 영향을 미치는 지를 분석하고자 한다.

본 연구는 <그림 1>에서 보는 것과 같이 ‘삼투’에 대한 오개념을 조사하기 위한 사전검사를 실시한 후, 수업 처치를 하였다. 수업 처치로서는 인지갈등 수업모형, 순환학습 수업모형, 가설 검증 수업모형을 적용하였으며, 통계 집단으로 전통적인 수업을 실시하였다. 수업 처치 후에 수업의 효과로 인한

<표 1> 피험자의 구성

	인지갈등	순환학습	가설검증	전통적 수업
인원(명)	45	42	47	42

‘삼투’ 개념의 형성 정도를 알아보기 위하여 사후검사를 실시하였다. 또한 실험 처치 1개월 후에 추수 검사를 실시하여 개념의 보존 여부를 검사하였다.

1. 피험자

‘삼투’에 대한 오개념 처치를 위한 수업모형은 서울시 K 고등학교 2학년 문과 학생들을 대상으로 실시하였다. 인지갈등, 순환학습, 가설검증 수업모형을 각 1개반씩 투입하였으며, 대조군으로 전통적인 수업을 1개반으로 설정하였다. 학생들의 구성은 <표 1>과 같다.

피험자는 학기초에 배정된 반을 기본으로 하였으며, 수업 중 결석 또는 검사에 참여하지 않은 학생은 통계처리 과정에서 배제하였다.

2. 오개념 검사지

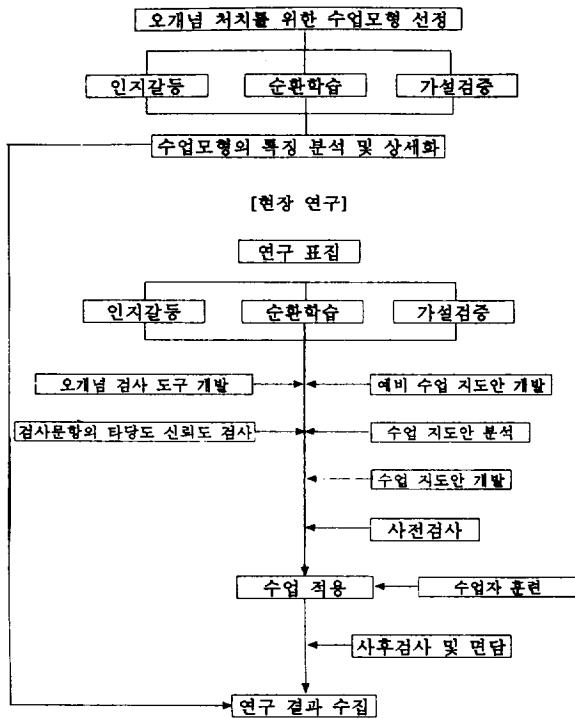
학생들이 수업이전에 가지고 있는 개념과 수업이후 그리고 수업이 끝난후 1개월 후에 가지고 있는 개념의 변화를 검사하기 위한 문항을 개발하였다.

문항은 2단계 선다형 검사 문항으로 개발하였다. 2단계 선다형 문항은 결론, 계산치, 실험 기구의 선택 등의 “결과”를 묻는 소문항과 과학적 개념을 바탕으로 어떤 계산치나 결론이 나온 “과정”을 묻는 소문항으로 구성된다(박승재와 이무, 1997).

검사 문항은 배추 상황, 달걀 상황, 적혈구 상황, 고등어 상황, 실험실 상황으로 구성된 5개의 문항으로 구성되었다. 개발한 문항은 3회에 걸친 수정 검토와 타당도 신뢰도 검사를 통하여 완성하였다.

문항의 타당도는 76.6%에서 96.6%로 나타났다. 문항 전체의 평균 타당도는 85.4%로 나타났다. 신뢰도 검사는 서울 K 고등학교 2학년 학생 49명에게 투입하였다. 검사문항의 신뢰도 Chronbach α 는 .506으로 나타났으며, 최종적으로 완성된 검사문항을 사전검사, 사후검사 그리고 추수 검사 문항으로 사용하였다.

사전검사는 수업모형을 적용하기 이전인 4월 1일부터 3일 사이에 이루어졌다. 사후검사는 수업모형 적용이 끝난 후인 4월 28일에서 4월 30일 사이에 검사를 실시하였다. 추수 검사



<그림 1> 연구의 전체 구조

는 수업모형의 적용이 끝난 1개월 후인 5월 25일부터 5월 28일 사이에 실시하였다.

검사 문항은 각 집단에게 서로 비슷한 시기에 실시하였으며, 검사에서는 수업모형을 적용한 교사가 직접 감독을 하였다. 검사 시간은 문항을 해결하는데 충분한 시간을 주었으며, 최대 30분까지 소요되었다. 검사 문항지는 검사가 끝난후 모두 회수하였다.

검사는 2개의 소문항을 모두 올바르게 정답을 할 때만 1점을 부과하였다. 2개의 소문항 모두 틀리거나 1개의 소문항을 맞춘 것은 0점을 부과하였다. 따라서 최고점은 5점, 최소점은 0점이 된다.

3. 수업모형 적용

생물 오개념에 대한 선행연구에 기초하여 본 연구에서 교정할 오개념을 '삼투'로 설정하였다. 본 연구에서 '삼투' 개념을 설정한 이유는 첫째, 생물에서 중요한 개념이면서 학생들이 오개념을 많이 가지고 있기 때문이다(Johnstone *et al.*, 1980; 정완호, 1993). 둘째, '삼투' 개념은 작동적 개념이 아니기 때문에 학생들이 어려워 한다는 점이다(Friedler *et al.*, 1985). 셋째, 학교 현장에 수업모형을 적용하기 위해서는 교육과정상 학기 초에 지도되는 내용을 선정하여야 했기 때문이다.

'삼투' 오개념 처치를 위한 수업모형으로는 인지갈등 수업모형, 순환학습 수업모형, 가설 검증 수업모형을 설정하였다. 인지갈등 수업모형과 순환학습 수업모형은 개념변화 수업모형에서 중요시 하는 수업모형이다. 가설검증 수업모형은 현장에서 강조하는 탐구 중심의 수업모형이기 때문에 설정하였다.

인지갈등, 순환학습, 가설검증 수업모형은 3시간 분량으로 작성되었다. 각 수업모형은 6인의 연구보조원에 의해 작성되었으며, 5차례의 검토 및 수정을 통해서 완성되었다.

완성된 수업모형은 과학교육 전문가 및 현장 교사에게 타당도를 의뢰하였다. 인지갈등 수업모형의 타당도는 권재술과 권난주가 개발한 인지갈등 수업 지도안 점검틀을 사용하였으며, 순환학습은 Lawson(1995)이 개발한 순환학습 수업지도안 점검틀을 사용하였다. 가설 검증 수업모형은 강호구(1994)가 사용한 점검틀을 사용하였다.

수업 지도안의 타당도를 검사한 결과 인지 갈등 수업모형의 수업지도안의 타당도는 최고 96.0%에서 최저 68.0%의 범위에 있었다. 수업 지도안 전체의 타당도는 79.79%였다.

순환학습 수업모형의 수업지도안의 타당도는 최고 84.0%에서 최저 48.0%의 범위에 있었다. 수업 지도안 전체의 타당도

는 67.43%로 나타났다. 가설검증 수업모형의 수업지도안은 최고 84.0%에서 최저 72.0%였으며, 수업지도안 전체의 타당도는 78.29%였다.

완성된 수업모형의 수업지도안은 서울시 K 고등학교 2학년 문과 학생들에게 투입되었다. 인지갈등, 순환학습, 가설검증 수업모형과 전통적인 수업모형을 각 1개반씩 적용하였다.

수업모형을 토대로 수업을 실시한 교사는 K고등학교에 근무하며, 현직 경력 10년이 넘고, 과학교육 전공 박사과정에 있는 교사가 실시하였다. 수업을 실시한 교사는 수업 지도안의 검토 및 수정에 참여를 하였으며, 사전 예비 수업을 실시하였다.

수업의 적용은 4월 14일부터 24일 까지 실시하였다.

4. 학생 면담

수업모형 처치를 통해 학생들의 개념이 어떻게 변화되었는지를 알아보기 위하여 학생들의 면담을 실시하였다. 면담을 실시한 학생들은 4개 반에서 총 44명을 선정하였다. 면담을 실시할 학생의 선정은 사전검사와 사후검사 결과를 토대로 설정하였다. 수업 처치 후에도 '삼투' 개념 검사에서 향상이 없는 학생과 수업 처치후 많은 변화가 있는 학생을 대상으로 선정하였다. 면담을 실시한 학생의 구성은 다음과 같다.

학생들의 면담을 담당할 면담자의 사전 교육을 4월 16일에서 19일 사이에 실시하였다. 면담자 훈련을 통해서 학생들에게 질문할 내용 및 순서를 일치시켰다.

학생들의 면담은 4월 21일 실시 하였다. 학생 1인당 면담 시간은 최대 25분정도 소요되었다. 또한 면담하는 학생들의 응답을 기록지에 기록함과 동시에 녹음을 하여 사후에 분석하였다.

5. 결과의 분석

수업모형을 통한 개념의 변화를 알아보기 위한 사전 사후검사의 통계 처리는 SPSS /PC+ 통계 프로그램을 이용하여 통계처리하였다. 수업모형의 효과를 분석하기 위하여 t-test와 수업모형간의 분석을 위하여 ANCOVA를 실시하였다.

Ⅲ. 결과 및 논의

1. 수업모형의 효과 분석

인지갈등, 순환학습, 가설검증 수업모형이 '삼투' 개념 변화에 주는 영향을 분석하기 위하여 각 집단의 사전검사, 사후검

〈표 2〉 연달 학생의 인지 구성

	인지갈등	순환학습	가설검증	전통적 수업
인원수	12(5)*	12(6)	10(5)	10(7)

* : ()안은 사후검사의 성적이 변화가 없거나 하락한 학생

사, 추수검사의 평균과 표준편차를 분석하였다. 이들 수업모형이 서로 유의미한 효과가 있는지를 검증하기 위하여 t-test와 ANCOVA 검증을 하였다. 그리고 성적의 변화에 따른 각 집단의 분포를 통해 경향성을 분석하였으며, 마지막으로 학생의 인터뷰 결과를 분석하였다.

1) '삼투' 개념의 사전, 사후, 추수검사 결과

'삼투'개념을 검사하기 위한 사전검사, 사후검사, 추수 검사의 평균 및 표준편차의 결과는 다음과 같다(표 2). 검사 결과의 점수의 분포는 최고 점수 5점에서 최저 점수 0점 사이의 분포를 가진다.

〈표 2〉에서 보는 바와 같이 사전검사에서는 가설검증 집단과 통제집단의 평균이 약 1.08점으로 나타났지만 사후검사에서 가설검증 집단이 2.26점으로 나타났다. 인지갈등, 가설검증 수업모형의 사후검사가 사전검사에 비해 많은 점수가 향상되었다(1.18점, 1.34점). 추수검사에 있어서도 가설검증 집단이 다른 수업모형 집단에 비해 많은 향상이 있는 것으로 나타났다. 그러나 인지갈등 집단은 약간 하락한 것으로 나타났다.

수업모형에 대한 선행 연구에서도 전통적인 수업모형보다 인지갈등, 순환학습, 가설검증 수업모형을 적용한 집단의 학습 효과가 높게 나타난것(김한호, 1995; 정진수, 1994; 양숙영, 1994; 정완호 등, 1996)과 본 연구의 결과가 일치하는 것으로 나타났다. 본 연구의 중점 과제인 개념의 획득에 있어서도 효과가 있다는 선행연구와도 일치한다(최병순, 1985; Lawson, 1995; Duschl & Hamilton, 1992).

추수 검사의 결과를 볼 때, 학습의 지속효과는 가설검증 수업모형이 다른 수업모형보다 효과적인 것을 볼 수 있다.

〈표 3〉 검사의 기술적 통계 처리 결과

집 단	사전검사		사후검사		추수검사	
	M	SD	M	SD	M	SD
가설검증(n=47)	1.08	.97	2.26	.82	2.57	.95
실험 순환학습(n=42)	.78	.68	1.67	1.19	1.73	1.25
집단 인지갈등(n=45)	.82	.81	2.16	1.31	2.08	1.44
통제 집단(n=42)	1.07	.97	1.41	1.11	1.43	1.06

2) 수업모형의 효과 분석

각 수업모형의 효과를 검증하기 위해서 공변량 분석과 사전검사와 사후검사를 t-test 하였다(표 3, 표 4).

사전검사를 공변량으로 설정하고 독립변인을 수업모형 집단, 종속변인을 사후검사로 설정하여 통계처리한 결과 학습 효과에 대한 공변량 분석 결과 수업모형의 적용이 학습 효과에 통계적으로 유의미하게 영향을 주는 것으로 나타났다.

위의 표에서 보는 바와 같이 실험집단에 대한 수업 효과가

〈표 4〉 공변량 분석 결과

변 인	자승화	자유도	평균자승화	F
공변인	17.89	1	17.89	16.12*
사전검사	17.89	1	17.89	
주효과	22.00	3	7.32	6.04*
집단	22.00	3	7.32	
설명오차	39.89	4	9.97	8.98*
잔여오차	189.84	171	1.11	
전체	229.73	175	1.31	

* p<.001

〈표 5〉 수업모형별 t-test 결과

집 단	검 사	평 균	표준편차	t - value
가설검증	사전검사	1.08	.97	
	사후검사	2.26	.82	8.75*
실험 순환학습	사전검사	.78	.68	
	사후검사	1.67	1.19	6.06*
인지갈등	사전검사	.82	.81	
	사후검사	2.16	1.31	5.99*
통제 집단	사전검사	1.07	.97	
	사후검사	1.41	1.11	1.69

* p<.001

〈표 6〉 수업처치후의 향상 정도

() : %

집단	점수	점수							차의 평균
		-2	-1	0	1	2	3	4	
가설검증		0	1	10	18	17	0	1	1.17
		(0.0)	(2.1)	(21.3)	(38.3)	(36.2)	(0.0)	(2.1)	
실험 집단	순환학습	0	2	13	17	8	2	0	0.88
		(0.0)	(4.8)	(31.0)	(40.5)	(19.0)	(4.8)	(0.0)	
인지갈등		1	4	7	15	7	7	4	1.33
		(2.2)	(8.9)	(15.6)	(33.3)	(15.6)	(15.6)	(8.9)	
통제집단		3	9	10	13	5	2	0	0.33
		(7.1)	(21.4)	(23.8)	(31.0)	(11.9)	(4.8)	(0.0)	
계		4	16	40	63	37	11	5	.943

통계적으로 유의미하게($p < .001$) 나타났다. 그러나 통제 집단에서는 학습의 효과가 통계적으로 유의미 하지 않는 것으로 나타났다($p > .001$). 이는 학생들의 개념획득 또는 개념변화에 있어서 교사중심의 강의 수업보다는 학생중심의 수업이 더 효과적인 것이라고 할 것이다.

오개념의 원인 중 교사에 의한 변인 또는 교과서와 문화적 경험에 의한 원인을 들 수 있는데, 이를 극복시키기 위한 방안으로 학생들이 직접 경험을 하게하는 방안, 인지갈등을 유발하여 오개념을 극복하는 방안 등이 모색되었었다(이옥희, 1996). 본 연구의 결과에서도 나타났듯이 인지갈등의 유발을 통한 평형화, 직접 가설을 설정하고 실험을 설계하여 검증하는 과정을 통해서 과학자적 개념을 가지게 된다고 할 것이다.

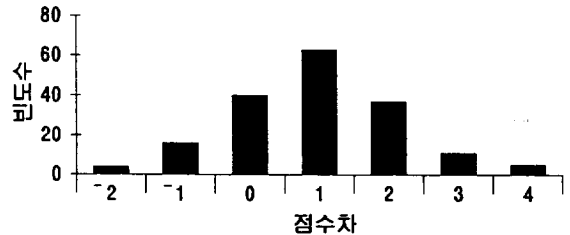
3) 성적 향상별 분석

'삼투' 개념이 사전검사에 비해 사후검사에 어떻게 변화되었는지를 나타낸 것이 〈표 6〉과 같다. 〈표 6〉의 값은 사후검사의 점수에서 사전검사의 점수의 차이를 나타낸 것이다.

〈표 6〉에서 보는 바와 같이 전체적으로 인지갈등 수업모형으로 수업을 한 학생들의 성적이 향상된 것으로 나타났다(평균 1.33). 그외에 순환학습, 가설검증 수업을 한 학생들의 성적이 향상된 것으로 나타났다(1.17점, 0.88점). 그러나, 통제 집단의 학생들은 0.33점이 향상된 것으로 나타났다.

전체 학생을 살펴보면, 1점이 향상된 학생이 63명(35.8%)으로 가장 많은 수의 학생이 포함되었으며, 향상된 학생은 37명(21.0%)로 나타났다. 3점과 4점이 향상된 학생은 각각 11명과 5명으로 나타났다(그림 2).

반면에 2점이 하락한 4명(2.3%), 1점이 하락한 학생은 전체의 9.1%인 16명이었으며, 점수의 변동이 없는 학생은 40명으로 22.7%를 차지하였다. 점수에 변동이 없거나 하락한 학



〈그림 2〉 성적 향상의 빈도

생은 전체 피험자 중 60명이었으며, 1점이상 상승한 학생은 116명으로 나타났다.

각 수업모형별로 살펴보면 가설검증 수업모형의 경우에 점수가 하락한 학생은 1명(2.1%)이었으며, 점수에 변동이 없는 학생은 10명으로 나타났다. 1점이상 향상된 학생은 36명으로 나타났으며 집단의 76.6%에 해당하는 학생들이 성적이 향상된 것으로 나타났다. 가설검증 집단은 전체적으로 1.17점이 향상되었으며, 성적이 향상되지 않은 학생들은 0.091점이 하락하였다. 가설검증 집단이 하락한 점수집단만을 비교할 때, 가장 적은 점수로 하락한 것으로 나타났다. 성적이 향상된 학생들은 1.556점이 향상된 것으로 나타났다.

순환학습 집단에서 점수에 변동이 없거나 하락한 학생은 15명(35.7%)으로 나타났으며, 성적이 향상된 학생은 27명(64.3%)으로 나타났다. 점수별로는 1점이 향상된 학생이 전체의 40.5%(17명)를 차지하였다. 점수가 하락한 학생의 점수는 평균 0.133점이 하락하였으며, 점수가 향상된 학생들의 평균은 1.444점으로 나타났다.

인지갈등 집단은 점수의 변동이 없거나 하락한 학생이 12

명(26.7%)이며, 점수가 향상된 학생은 33명(73.3%)으로 나타났다. 1점이 향상된 학생들이 가장 많은 수를 차지하였으며(33.3%), 특히 4점이 향상된 학생이 4명이나 되었다. 점수가 향상된 학생들의 평균 점수가 2.0으로 가장 많이 향상된 것으로 나타났다. 반면에 점수가 하락한 학생들의 평균은 0.5점이 하락한 것으로 나타났다.

통제집단은 1점이 상승한 학생이 가장 많았다(13명, 31.0%). 성적에 변화가 없거나 하락한 학생은 22명(52.4%)으로 집단의 절반을 넘었다. 향상된 학생은 20명으로 47.6%를 차지하였다. 성적이 하락된 학생들 중 2점 하락한 학생이 3명(전체 집단은 4명)이나 되었다. 하락된 학생들은 평균 0.682점이 하락하였으며, 성적이 향상된 학생들은 평균 1.45점이 하락한 것으로 나타났다.

이상의 결과를 살펴볼 때 인지갈등 수업을 받은 학생들이 여러 가지 다른 상황에서도 '삼투' 개념을 올바르게 적용하는 것으로 나타났다. 이는 학생들의 지적 갈등 상황에서 새로운 환경 및 상황을 설명할 수 있는 개념을 획득하여 지적 평형이 이루어졌기 때문이라고 할 수 있다. 이러한 연구는 선행연구의 결과(문충식, 1990)와 일치하는 것으로 나타났다. 그외에 순환학습, 가설검증 수업이 학생들의 오개념 처치에 효과가 있는 것으로 나타났다.

2 수업모형간의 비교

수업모형간의 효과를 검증하기 위하여 ANOVA 검증을 하였으며, 각 집단간의 효과를 검증하기 위하여 Scheffe 검증(0.05 수준)을 하였다.

수업모형 집단간에 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다($F=5.90, p<.001$). 수업모형 집단간의 통계적 효과를 검증하기 위하여 0.05 수준에서 Scheffe 검증을 하였다. 그 결과, 가설검증 집단과 인지갈등 집단이 통제집단 사이에 수업 특성간에 차이가 있는 것으로 나타났다. 이는 개념 변화 학습에는 가설검증 수업과 인지갈등 수업이 전통적인 교사 중심의 수업보다 효과적이라고 할 수 있다. 가설검증 수업과 인지갈등 수업이 순환학습 수업보다 효과적인 것으로

〈표 7〉 수업모형간 비교

변인	자승화	자유도	평균자승화	F
집단간	21.42	3	7.14	5.90*
집단내	208.30	172	1.21	
전체	299.73	175		

* $p<.001$

〈표 8〉 사후검사의 Scheffe 검증 결과

	가설검증	순환학습	인지갈등	통제집단
가설검증				
순환학습	*			
인지갈등	*	*		
통제집단	*			

* $p<.05$

나타났다.

3. 학습자 면담 결과 분석

수업처치후 학생들이 '삼투' 개념 검사에 어떻게 응답하였는지를 분석하기 위해서 4월 21일 면담을 실시하였다. 면담을 실시한 결과 성적이 향상된 학생들은 '삼투'에 대한 정확한 용어를 가지고 있었으며, 다른 상황에서도 '삼투' 개념을 정확하게 적용하였다.

그러나, 성적이 하락한 학생들은 '삼투' 용어를 정확히 정의한다 할지라도 상황이 변함에 따라서 정확하게 '삼투' 개념을 적용하지 못하고, 단지 '삼투'라는 용어만을 사용하는 것을 볼 수 있었다. 그리고, 학습한 이후에도 학습한 내용을 구조화하지 못하는 것을 볼 수 있다. 즉, 학습한 내용과는 별개로 자신의 경험에 의해 응답 하는 것으로 나타났다. 예를 들면, 배추를 소금에 저렸을 때, 배추가 짜다는 경험만으로 소금이 세포속까지 들어간다고 응답하였다.

다음은 학생들의 면담 중 성적이 많이 향상된 학생, 성적이 약간 향상된 학생, 성적이 하락한 학생의 면담의 예를 수록하였다.

1) 성적이 많이 향상된 학생

성적이 향상된 학생중 S 학생은 사전에 검사지에서 정답을 표시한 것이 하나도 없었지만, 사후검사에서 4개를 맞춘 것으로 나타났다.

교사 : '삼투'란 무엇입니까?

학생 : 농도가 다른 두 물질에서 저농도에서 고농도로 용매가 이동하는 현상입니다.

교사 : 김치를 담글 때 배추에 소금을 뿌려 놓으면 배추가 절여집니다. 이때 배추와 소금사이에서 어떤 현상이 일어납니까?

학생 : 배추 안의 물이 세포밖으로 빠져 나오고(잠시 생각), 농도가 높은 쪽인 소금으로 이동하기 때문에 배추가

쭈글쭈글해 집니다.

교사 : 10% 식초에 달걀을 넣어두면 달걀의 겉껍질이 식초에 녹아서 벗겨 집니다. 속껍질로만 둘러싸여 있는 이 달걀을 보다 농도가 낮은 10% 식초에 하루동안 넣어두면 어떤 변화가 일어나겠습니까?

학생 : 10% 식초 용액의 농도보다 달걀의 농도가 높아 식초 안의 물이 달걀 안으로 이동하기 때문에 달걀이 팽창합니다.

교사 : 적혈구를 농도가 낮은 저장액에 놓았다면 어떤 현상이 일어나겠습니까?

학생 : 저장액의 물이 적혈구 안으로 들어가서, 적혈구의 부피가 점점 커지다가 끝내는 터지게 됩니다.

교사 : 바닷물의 소금 농도는 3.5%이고, 바다 속에 사는 고등어 몸의 소금 농도는 1.2%입니다. 고등어 몸에서 어떤 현상이 일어나겠습니까?

학생 : 몸 표면을 통하여 물이 빠져나가므로 물의 평형을 유지하기 위해서 바닷물을 마신후 소금은 걸러내고 물만 흡수할 것입니다.

교사 : 그림과 같이 셀로판 막을 장치하고 각각의 비커에는 물을 (가) 깔때기에는 설탕물, (나) 깔때기에는 소금물을 각각 넣은 다음 잠시동안 방치해 두었습니다. 깔때기의 수면은 어떻게 변할까요?

학생 : 설탕물과 소금물의 농도가 물보다는 높습니다. 셀로판 막은 설탕물이나 소금물의 입자보다 작아 이동하지 못하고, 물의 입자는 셀로판 막을 통과할 수 있는 작은 크기여서 물이 셀로판 막을 통해 소금물과 설탕물로 이동하기 때문에 둘 다 수면이 올라갈 것입니다.

이 학생은 사전검사 때까지는 학습이나 경험이 없어 정확한 '삼투' 개념을 가지고 있지 못하였기 때문에 상황에 따라 다르게 응답을 하였다. 그러나 학습한 후에는 '삼투'에 대한 용어를 포함한 개념을 정확하게 이해하고 다른 상황에 응용할 수 있었다. 더욱이, 반투과성막 사이에서 일어나는 현상까지 정확히 이해하고 설명하였다. 그리고 수업시간에 제시되지 않았던 상황을 면담을 통해 제시하여도 정확하게 응답하였다. 즉, 정확한 과학자적 개념을 가지고 있으면, 다른 상황을 제시하여도 정확하게 반응할 수 있다는 것을 알 수 있다.

2) 성적이 약간 향상된 학생

성적이 향상된 학생중 1점이 향상된 학생의 면담의 예는 다음과 같다.

교사 : '삼투'란 무엇입니까?

학생 : 어떤 물질이 다른 물질 속으로 투과하여 들어가는 것.
교사 : 김치를 담글 때 배추에 소금을 뿌려 놓으면 배추가 절여 집니다. 이때 배추와 소금사이에서 어떤 현상이 일어납니까?

학생 : 물은 바깥으로 많이 나오고 소금은 안으로 조금 들어가기 때문에 배추가 쪼그라 듭니다.

교사 : 10% 식초에 달걀을 넣어두면 달걀의 겉껍질이 식초에 녹아서 벗겨 집니다. 속껍질로만 둘러싸여 있는 이 달걀을 보다 농도가 낮은 10% 식초에 하루동안 넣어두면 어떤 변화가 일어나겠습니까?

학생 : 달걀이 커지는 이유는 잘 모르지만, 달걀 겉껍질은 그대로 있고 속이 부풀어서 커 집니다. 겉껍질이 녹아 얇아져서 부드럽게 되어 커질수 있습니다.

교사 : 적혈구를 농도가 낮은 저장액에 놓았다면 어떤 현상이 일어나겠습니까?

학생 : 직접 해보지 않아서 잘 모르지만, 서로 섞일 것입니다.

교사 : 혈관에 증류수를 주사하는 것과 적혈구를 저장액에 넣는 것과 어떤 차이가 있습니까?

학생 : 서로 다른 문제라고 생각합니다. 적혈구와 증류수가 서로 섞이지는 않고 적혈구가 터지거나 작아질 것이다. 몸에 증류수가 들어오면 몸에 별로 이롭지 않아서 적혈구와 증류수는 물과 기름 같은 존재일 것입니다.

교사 : 바닷물의 소금 농도는 3.5%이고, 바다 속에 사는 고등어 몸의 소금 농도는 1.2%입니다. 고등어 몸에서 어떤 현상이 일어나겠습니까?

학생 : 고기가 쪼글어 듭니다. 고기가 바닷물에 절여져서 농도차 만큼 쪼글어 듭니다. 그런데.(잠시 생각). 문제를 보고 다시 생각해보니 소금이 몸 밖으로 나올 것 같은데요.

교사 : 그림과 같이 셀로판 막을 장치하고 각각의 비커에는 물을 (가) 깔때기에는 설탕물, (나) 깔때기에는 소금물을 각각 넣은 다음 잠시동안 방치해 두었습니다. 깔때기의 수면은 어떻게 변할까요?

학생 : 물이 증발하기 때문에 둘 다 내려갈 것 같습니다.

성적이 약간 향상된 학생은 '삼투'에 대한 용어를 암기하지는 못하더라도 충분히 이해하고 있다고 볼 수 있다. 그러나 여전히 '삼투' 개념을 다른 상황이 주어지면 '삼투'개념을 적용시키지 못하는 것으로 나타났다. 예를 들어, 달걀의 속껍질이 약하기 때문에 팽창한다고 생각을 하는 것이다. 즉, 달걀 안에 있는 흰자나 노른자가 얇은 속껍질을 누르는 힘이 밖에서 물이 속껍질을 누르는 힘보다 크기 때문에 팽창할 것이라

고 응답하는 것이다. 검사지의 5번의 문항도 달걀의 상황에서와 같은 반응을 보이고 있다.

그리고, 상황이 달라지면 전혀 다른 문제로 인식하고 있다. 적혈구를 저장액에 넣었을때와 혈관에 증류수를 주입했을 때를 전혀 다른 상황으로 인식하고 있다.

이는 '삼투'에 대한 용어는 정확히 가지고 있을지라도, '삼투'에 대한 개념의 적용을 정확히 가지고 있지 못한 것이라고 볼 수 있다. 그리고 상황에 따라 다르게 해석함으로써, 오개념을 여전히 가지고 있다고 할 것이다.

3) 성적이 하락한 학생

성적이 하락하거나 변화가 없는 학생은 용어에 대해서는 수업시간의 학습을 통해서 정확히 암기하고 있지만, 다른 상황이 제시되면 정확한 반응을 하지 못하는 것으로 나타났다. 다음 예의 학생은 수업전과 수업 후에 검사지에 정확한 반응을 하지 못한 학생이다.

교사 : '삼투'란 무엇입니까?

학생 : 저농도에서 고농도로 용매가 이동하는 것.

교사 : 김치를 담글 때 배추에 소금을 뿌려 놓으면 배추가 쪼여 집니다. 이때 배추와 소금사이에서 어떤 현상이 일어납니까?

학생 : 소금이 배추 사이로 들어갈 것이다. 그 이유는, (이유를 설명하지 못함)

교사 : 10% 식초에 달걀을 넣어두면 달걀의 겉껍질이 식초에 녹아서 벗겨집니다. 속껍질로만 둘러싸여 있는 이 달걀을 보다 농도가 낮은 10% 식초에 하루동안 넣어두면 어떤 변화가 일어나겠습니까?

학생 : 식초에 있는 무엇인가의 성분이 달걀의 속껍질을 녹여, 흰자와 노른자가 나올 것입니다.

교사 : 적혈구를 농도가 낮은 저장액에 놓았다면 어떤 현상이 일어나겠습니까?

학생 : 저장액이.

교사 : 여기에서 저장액은 적혈구에 비해 농도가 낮은 것을 말합니다.

학생 : 그러면, 저장액 안의 무엇인가 즉, 적혈구를 분해하는 요소가 있을 것입니다. 저장액에 있는 분해 요소가 적혈구로 스며들어 적혈구를 분해시킵니다.

교사 : 혈관에 증류수를 주사하는 것과 적혈구를 저장액에 넣는 것과 어떤 차이가 있습니까?

학생 : 두 가지 상황은 다른 것이고 증류수를 넣은 것은 아무런 영향도 주지 않는다.

교사 : 바닷물의 소금 농도는 3.5%이고, 바다 속에 사는 고등

어 몸의 소금 농도는 1.2%입니다. 고등어 몸에서 어떤 현상이 일어나겠습니까?

학생 : 들이마신 바닷물 중에서 고등어가 필요로 하는 소금과 물을 빼놓고 나머지 소금과 물은 배출할 것 같습니다. 왜냐하면 고등어도 일정한 소금과 물이 필요하므로.

교사 : 그림과 같이 셀로판 막을 장치하고 각각의 비커에는 물을 (가) 깔때기에는 설탕물, (나) 깔때기에는 소금 물을 각각 넣은 다음 잠시동안 방치해 두었습니다. 깔때기의 수면은 어떻게 변할까요?

학생 : 아직도 잘 모르겠습니다.

이 학생은 사전검사와 사후검사 모두 0점을 획득한 학생이다. 이 학생은 '삼투'에 대해 학습한 후 '삼투'에 대한 용어는 성적이 향상된 학생 처럼 잘 기억하고 있었다. 그러나, '삼투'란 개념을 다른 상황에 잘 적용시키지 못하고 있는 것으로 나타났다. 예를 들면, 적혈구를 저장액에 넣었을 때의 상황과 혈관에 증류수를 넣었을 때의 상황을 다르게 인식한다는 점이다.

또한, '삼투'와 관련된 기본 용어에 대한 확실한 개념이 없는 것으로 나타났다. 예를 들어, 저장액이란 용어에 대한 인식의 부족, 용액, 용매, 용질에 대한 개념이 없어서 서로 혼동을 하는 것으로 나타났다(신선옥, 1992; Murray, 1983). '삼투'의 개념 정의에서 용매가 이동한다고 하였지만, 이동하는 것은 분해요소라는 등 어떤 물질인 용질을 지적하고 있다(Soyibo, 1983).

학생 면담 결과, '삼투'에 대한 용어 및 개념을 정확히 가지고 있는 학생들은 다른 상황이 주어지더라도 개념을 정확히 적용하여 문제를 해결할 수 있는 것으로 나타났다. 반면에 개념을 정확히 가지고 있지 못한 학생들은 상황이 달라지면서, 사전에 자신의 경험에 비추어 문제를 해결하는 것으로 나타났다. 이는 초심자와 전문가의 차이와 유사한 현상을 보이고 있다.

IV. 결 론

본 연구의 고등학교 학생들이 가지고 있는 생물 개념 중 '삼투'에 대한 오개념을 처치하는 수업모형을 적용하여 그 효과를 분석하였다. 피험자는 서울시 K 고등학교 2학년 문과 학생들을 대상으로 3시간의 수업처치와 사전, 사후검사 및 추수검사를 통해 학생들의 개념 변화를 분석하였다. 그리고 면담을 통해 학생들이 가지고 있는 개념을 확인하였다. 본 연구의 결과는 다음과 같이 요약할 수 있다.

본 연구의 결과에 기초하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있

다.

- 1) 학생들에게 과학자적 개념을 보다 효과적으로 지도하기 위해서는 학생들이 수업시간에 능동적으로 참여하거나 조작하는 수업이 이루어져야 한다. 본 연구에서 학생들의 참여와 활동이 포함되어 있는 실험집단에서는 수업 처치의 효과가 있었지만, 학생들의 참여가 없는 교사 중심의 전통적인 수업에서는 효과가 없는 것으로 나타났다.
- 2) 수업 처치 후에서도 34.1%의 학생들이 개념변화가 없거나 퇴보한 것으로 나타났으며, 이들은 '삼투' 개념을 이해하기 위한 선행 개념이 없는 것을 알수 있다. 따라서 과학적 개념을 이해하기 위한 선행 개념에 대한 연구와 더불어 개념변화에 보다 효과적인 프로그램의 개발이 요구된다.
- 3) 과학적 사고력이 중요시되는 수업이 이루어져야 한다. 학생들에게 지적 갈등을 유발시키거나, 학생 스스로 가설을 세워서 검증해 나가는 과정에서 과학적 사고력을 증진시키는 수업이 이루어져야 한다. 즉, 학생들에게 주어지는 주입식 교육을 받은 학생들은 새로운 상황이 주어질 때, 문제를 해결하지 못하는 것으로 나타났다.
- 4) 교사와 학생의 상호작용이 개념변화에 중요한 요인으로 작용한다. 교사와 학생간의 상호작용이 많이 나타날수록 학생들에게 많은 개념의 변화가 있었다. 즉, 인지갈등, 가설검증, 순환학습의 수업모형들은 교사의 역할이 수업의 안내자로서의 역할을 강조하여, 학생과 교사간의 상호작용을 강조하는 수업모형인 것이다.
- 5) 수업이 학생들의 개념변화에 중요하게 작용한다. 학습이 이루어지기 전에 가지고 있는 경험이 과학적 개념으로 변화되기 위하여 과학적 개념을 적용하는 문제 해결력 수업을 보다 강조하여야 한다. 즉, 학습 이전에 학생들의 응답은 개인적 경험을 기초로하여 응답을 하였지만, 학습 이후에는 과학적 개념을 적용하려는 것을 볼 수 있다.

참 고 문 헌

강호구(1994). 국민학교 자연과에서 가설검증모형을 통한 탐구수업의 효과. 한국교원대학교 대학원, 석사학위 논문.
 김광수(1994). 생물 실험 지도에 있어서 가설 검증 수업 모형의 적용 효과. 한국교원대학교 대학원, 석사학위 논문.
 김명련(1994). 인지 갈등 수업 전략이 중학생의 과학 개념 변화와 과학적 태도에 미치는 영향. 한국교원대학교 대학원, 석사학위 논문.

김한호(1995). 과학수업모형의 이론적 분석과 현장 적용 연구. 한국교원대학교 대학원, 박사학위 논문.
 김충호(1992). 밀도개념과 밀도개념에 관련된 INRC군 변환 능력의 형성에 미치는 순환학습의 효과. 한국교원대학교 대학원, 석사학위 논문.
 문충식(1990). 전류에 관한 학생들의 오인 유형변화의 종단적 연구. 한국교원대학교 대학원, 석사학위 논문.
 박승재, 이 무(1997). 과학 학습의 다단계 선택형 평가. 미술간.
 박성권(1993). 탐구능력 신장을 위한 학습과제의 개발 및 적용에 관한 연구. 과학교육. 시창각 교육사.
 신선옥(1992). 확산과 삼투에 관한 고등학생들의 개념 및 오개념 연구. 전남대학교 교육대학원 석사학위 논문.
 양명원(1988). 순환학습 모형을 이용한 일반화학실험이 학생들의 화학수업에 대한 태도와 탐구능력 신장에 미치는 영향. 한국교원대학교 대학원, 석사학위 논문.
 양숙영(1994). 중학교 과학 학습에서 순환학습 모형의 적용효과. 한국교원대학교 대학원, 석사학위 논문.
 이옥희(1996). Conceptual Change and Motivation. 한국과학교육학회 창립 20주년 기념 국제 세미나 및 워크샵. 한국과학교육학회.
 조정일, 이현옥(1994). 확산과 삼투 분자운동 모형을 활용한 수업의 개념변화에의 효과. 한국과학교육학회지, (14)3: 293-303.
 전대식(1986). 광합성과 진화에 대한 학생들의 개념과 오인에 관한 연구. 한국교원대학교 대학원, 석사학위 논문.
 정완호(1993). 한국 고등학생의 생물 오개념에 관한 연구. 서울대학교 대학원 박사학위 논문.
 정완호, 권재술, 최병순, 정진우, 김효남, 허 명(1996). 과학 수업모형의 비교 분석 및 내용과 활동 유형에 따른 적정 과학수업모형의 고안. 한국과학교육학회지, 16(1), 13-34.
 정진우(1994). 중학교 과학 수업에서 학습자 특성에 따른 순환학습 모형의 효과. 한국교원대학교 대학원, 석사학위 논문.
 차회영(1990). 우리나라 초·중·고등학교 학생들의 생물분류 개념에 관한 연구. 한국교원대학교 대학원, 석사학위 논문.
 최병순(1990). Learning Cycle Model을 이용한 화학실험이 학생들의 탐구능력 신장에 미치는 영향. 화학교육, 17(1), 6-11.
 최병순(1985). 인지발달과 탐구적 순환학습. 과학교육, 시창각교육사.

- 홍순경(1990). 밀도 개념 변화에 미치는 순환학습의 효과. 한국교원대학교 대학원, 석사학위 논문.
- Arnold, M., & Millar, R. (1987). Being Constructive: An Alternative Approach to the Teaching of Introductory Ideas in Electricity. *International Journal Science Education*, 9(5), 553-563.
- Ausubel, D.P., Novak, J.D., & Hanesian, H. (1978). *Educational Psychology: A Cognitive view*(2nd Ed.). New York; Holt, Rinehart and winston.
- Duschl, R.A., & Hamilton, R.J. (Eds.) (1992). *Philosophy of Science, Cognitive Psychology, and Educational Theory and Practice*. N.Y.; State University of New York Press.
- Friedler, Y., Amir, R., & Tamir, P. (1985). Identifying Students Difficulties in Understanding Concepts Pertaining to Cell Water Relations: An Exploratory Study. Paper Presented at *The Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching*, ED 256 623.
- Hewson, M.G., & Hewson, P.W. (1983). Effect of Instruction Using Student's Prior Knowledge and Conceptual Change Strategies on Science Learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(8), 731-743.
- ohnstone, A.H., & Mahmoud, N.A. (1980). Isolation Topics of High Perceived Difficulty in School Biology. *Journal of Biological Education*, 14(4), 163-166.
- Lawson, A.E. (1995). *Science Teaching and the Development of Thinking*. California, Wadsworth Publishing Company.
- Leinhardt, G., & Greeno, J.G. (1986). The Cognitive Skill of Teaching. *Journal of Educational Psychology*, 78, 75-95.
- Murray, D.L. (1983). Misconceptions of Osmosis. In J.D. Novak(Ed.), *Proceedings of the Second International Seminar: Misconceptions & Educational Strategies in Science & Mathematics*, Cornell University, 446-451.
- Renner, J.W. (1986). *Curricula which Promote Reasoning*. Paper Presented at the United States-Japan Seminar on Science Education.
- Saunders, W.L., & Shepardson, D.(1987). A Comparison of Concrete and Formal Science Instruction upon Science Achievement and Reasoning Ability of Sixth-Grade Students. *Journal of Research in Science Teaching*, 24(1), 39-51.
- Soyibo, K. (1983). Selected Science Misconceptions Amongst some Nigerian School Certificate Students. In J. D. Novak(Ed.), *Proceedings of the Second International Seminar: Misconceptions & Educational Strategies in Science & Mathematics*, Cornell University, 443-445.
- Stavy, R., & Berkovitz, B. (1980). Cognitive Conflict as a Basis for Teaching Quantitative Aspects of the Concept of Temperature. *Science Education*, 64(5), 670-692.

(ABSTRACT)

A Study of Science Teaching Models for Management Biological Misconceptions on High School Students

Chung, Wan-Ho

(Korea National University of Education)

The purpose of the present study was to investigate an appropriate instructional model in order to remedy students' misconception. As hypotheses of this study, three instructional models, cognitive conflicting, hypothesis testing, and learning cycle models, on biological 'osmosis' concept were tested in 176 high school students. Results of the present study are as follows:

1. All groups used one of three instructional models showed a statistically significant improvement in conceptual change on the 'osmosis' concept between before and after the instruction. In addition, the three hypothesized instructional models were more effective in conceptual change than a traditional expository instruction.
2. There was a statistically significant difference among three experimental groups. Cognitive conflicting model and hypothesis testing model was more effective than learning cycle models.
3. An interviewing after instruction showed that students who had scientific concept on the 'osmosis' through the instruction could effectively apply the concept to other context more than students who had no scientific concept through instruction.

The present study indicated that instructional model play an important role on students' conceptual change in science classroom. According to the result of this study, the instruction emphasizing students' active participation in class and scientific reasoning process is more appropriate to remedy misconception than the instruction using students' passive participation in class and expository teaching procedure. This study also indicated that students' concept acquired through instruction is one of important factors to apply it to other context.