

확산과 삼투 개념에 관한 학생들의 이해도 및 오개념의 원인으로서는 교과서 분석

김문수·정영란
(이화여자대학교 과학교육과)

(1997년 1월 30일 받음)

I. 서 론

1. 연구의 필요성 및 목적

학생들은 학습 전에 이미 각자의 경험을 통해 자신이 배운 내용과 관련된 개념을 가지고 있으며 이러한 개념은 개인에 따라 다양하고 지속적이어서 학습에 장애가 될 뿐 아니라 전통적인 교수 학습 과정을 통해서도 잘 변화되지 않는다(Ausubel et al., 1978; Driver, 1985; Gilbert & Swift, 1985). 학생들이 지닌 개념이 교사가 가르치고자 하는 과학적 개념과 다른 경우 이것을 오개념(misconception)이라고 하는데 이러한 오개념들을 교사가 미리 파악하고 이를 바탕으로 적절한 학습처치를 해야만 효과적인 개념학습이 될 것이다. 따라서 과학 개념에 대한 연구는 과학교육 과정의 내용 구성과 학습지도 방법에 크게 공헌할 것이므로 매우 중요하다(박승재, 1988).

최근 오개념에 관한 연구들을 보면 학생들이 가지고 있는 오개념의 유형을 밝히고, 그 원인을 분석하여 오개념을 제거하기 위한 연구들로 이루어지고 있음을 알 수 있다(Gil-Perez & Carrascosa, 1990). 오개념은 학습자의 내적 요인과 물리적 환경, 문화적 환경, 학교 환경의 외적 요인에 의해 형성될 수 있는데 학교 환경 중에서도 교과서는 우리나라의 교육 현장에서 그 활동 방향을 제시해 주는 중요한 역할을 하므로 오개념의 주요한 형성 원인이 될 수 있다(박종석과 조희형, 1986; 조희형과 최승일, 1987). 따라서 교과서가 학생들의 오개념의 원인이 되는지 알아보는 것은 그 의미가 크다고 할 수 있다.

본 연구에서는 조사 대상 개념으로 확산과 삼투를 선정하

었는데 이 개념은 식물에 의한 수분흡수, 생물체의 수분평형, 수송 등 기본적인 생명현상을 이해하는데 중요하지만 학생들이 어려워하는 개념중의 하나이다(Friedler et al., 1987; Johnstone & Mahmoud, 1980; Odom & Barrow, 1995).

외국에서의 오개념에 관한 연구는 1970년대 이후에 활발해졌으며 생물학 전 영역에 걸쳐 광범위하게 이루어지고 있다. 특히 확산과 삼투 개념에 관한 연구로 Marek(1986), Simpson과 Marek(1988)은 확산에 관한 오개념을, Friedler 등(1987)은 삼투에 관한 오개념을 조사하였다. 그리고 Westbrook와 Marek(1991)은 확산에 관한 이해도가 학교급별에 따라 어떻게 변화되는지를 조사하였으며 Odom과 Barrow(1995)는 확산과 삼투에 관한 이해도를 측정할 수 있는 평가 문항을 개발하여 학생들이 갖는 오개념의 유형을 조사하였다.

국내에서는 1980년대 후반부터 오개념에 관한 연구가 시작되었으며 학생들의 오개념의 유형을 밝히는 연구가 주로 이루어지고 있다. 신선옥(1993)은 확산과 삼투에 관해 고등학생들이 갖는 오개념의 유형을 조사하였으며 조정일과 이현욱(1994)은 분자운동에 기초한 확산과 삼투 모형을 개발하여 수업에 사용함으로써 고등학생들의 개념 변화를 알아보았다. 그 밖에 백남훈(1994), 홍미영(1990)은 분자운동 개념을 조사하였으며 조성연(1992)은 입자 개념을 조사하였다. 그러나 국내에서는 학교급별에 따른 확산과 삼투 개념 발달의 변화를 조사하거나 오개념의 형성 원인을 분석하는 연구는 아직 수행된 바 없다.

따라서 본 연구에서는 확산과 삼투 개념에 관한 학생들의 이해도가 학교급별, 성별에 따라 차이가 있는지 알아보았고

또한 학생들이 많이 갖는 오개념의 유형이 학교급별에 따라 차이가 있는지를 조사하여 학교급이 높아짐에 따라 개념이 어떻게 변화되는지 알아보았다. 그리고 확산과 삼투에 관한 내용이 중학교 [과학 2] 8종, 고등학교 [과학 I 상] 8종, [공통과학] 7종, [생물] 7종 교과서와 대학교 [일반생물학] 5종 교재에 어떻게 제시되어 있는지 분석하여 교과서가 학생들의 오개념의 원인이 될 수 있는지 알아보았다. 본 연구의 결과는 확산과 삼투에 관해 학생들이 가지고 있는 오개념을 과학적 개념으로 전환시킬 수 있는 학습 지도 자료를 개발하는데 기초가 될 수 있을 것이다.

2. 연구 내용

본 연구에서 해결하고자 하는 구체적인 연구 내용은 다음과 같다.

- 1) 확산과 삼투 개념에 대한 학생들의 이해도가 학교급별, 성별에 따라 유의미한 차이가 있는지 알아본다.
- 2) 학생들이 많이 가지고 있는 오개념의 유형을 알아보고 이러한 오개념이 학교급별에 따라 유의미한 차이가 있는지 알아본다.
- 3) 확산과 삼투 개념이 중학교 [과학 2] 8종, 고등학교 [과학 I 상] 8종, [공통과학] 7종, [생물] 7종 교과서와 대학교 [일반생물학] 5종 교재에 어떻게 제시되어 있는지를 분석하여 교과서가 오개념의 원인이 될 수 있는지 알아본다.

3. 연구의 제한점

본 연구는 다음과 같은 제한점을 갖는다.

- 1) 본 연구는 서울 지역에 위치한 중·고·대학생을 대상으로 하였으므로 그 결과를 우리나라 전체 학생들에게 일반화 할 수 없다.
- 2) 본 연구는 동일한 학생들에 대한 종단적 연구가 아니므로 학교급별 연구결과가 동일한 학생에서의 개념 변화와 같다고 보기는 어렵다.
- 3) 본 연구에서는 검사도구로 지필 검사(선다형 검사지)만을 사용하였으므로 학생들의 개념을 충분히 파악했다고 보기 어렵다.

II. 연구방법 및 절차

1. 연구 대상

본 연구의 대상으로 서울 지역에 위치한 중학교 4개교에서 195명, 인문계 고등학교(자연계) 4개교에서 191명, 대학교 4개교에서 195명이 선정되었다.

2. 검사 도구 및 검사 절차

본 연구에서는 확산과 삼투 개념에 관한 이해도를 조사하기 위해서 Odom과 Barrow(1995)가 개발한 검사 도구를 수정·보완하여 사용하였다. 본 검사는 지필검사용 선다형 문항으로 평균 변별 지수는 0.45, 난이도 지수는 0.53, 반분 신뢰도는 0.74, 내용 타당도(문항-목표 합치도 지수)는 0.78이다.

본 검사 도구는 총 12개 문항으로 이루어져 있으며 각 문항은 두 문제(a, b)로 구성되어 있다. 첫번째 문제(a)는 확산과 삼투에 관한 지식을 묻고 두번째 문제(b)는 문제(a)에서 그 답을 선택한 이유를 묻는다.

검사 시기는 1996년 5월 중순부터 6월 말 사이였으며 확산과 삼투에 관한 내용을 배운 후 수업 시간에 실시되었다. 학생들이 문항에 잘 응답할 수 있도록 20~30분간의 충분한 시간을 주었으며, 불성실하게 답한 중학생 7명, 고등학생 55명, 대학생 89명은 연구 대상에서 제외되었다.

3. 자료 처리

본 연구에서는 각 문항에 대해 지식을 묻는 문제(a)와 그 답을 선택한 이유를 묻는 문제(b) 모두 맞았을 경우 정답으로 처리하였으며 문항당 1점으로 총점은 12점이었다. 검사 결과는 SAS 통계 프로그램을 사용하여 이원변량분석(two-way ANOVA)과 χ^2 -test로 검증하였다.

III. 연구결과 및 논의

1. 확산과 삼투 개념에 관한 학생들의 이해도

학교급별, 성별에 따른 확산과 삼투 개념에 대한 학생들의 이해도는 <표 1>과 같다. 확산과 삼투 개념에 대한 학생들의 평균 점수는 100점 단위로 환산하여 중학생이 31점, 고등학생이 51점, 대학생이 67점이었고 성별 평균 점수는 남학생이 45점, 여학생이 53점이었다.

확산과 삼투 개념에 관한 이해도가 학교급별, 성별에 따라 차이가 있는지, 그리고 이들 요인들 간에 상호작용의 효과가 있는지 알아보기 위해 이원 변량 분석(two-way ANOVA)

〈표 1〉 확산과 삼투 개념에 관한 이해도

성별	중학생		고등학생		대학생		계	
	평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차
남	3.44 (29)	1.42	5.13 (43)	2.10	7.77 (65)	1.78	5.38 (45)	2.50
여	3.91 (33)	1.94	7.07 (59)	2.19	8.18 (68)	1.80	6.41 (53)	2.69
계	3.70 (31)	1.73	6.13 (51)	2.38	7.98 (67)	1.78	5.93 (49)	2.65

* ()는 100점 단위로 환산한 점수

을 하였다. 확산과 삼투 개념에 관한 이해도는 학교급이 높아짐에 따라 높아졌고 집단 간에 유의한 차이가 있었다($p < 0.01$). 사후검증(Tukey's studentized range test for variable)결과 대학교와 고등학교, 대학교와 중학교, 중학교와 고등학교 간에 모두 유의미한($p < 0.05$) 차이를 보였다.

그리고 확산과 삼투 개념에 관한 이해도는 성별에 따라서도 유의한 차이가 있었다($p < 0.01$). 이 개념을 남학생보다는 여학생이 더 잘 이해하고 있었는데 이러한 결과는 분자운동 개념을 조사한 백남훈(1994)의 연구결과와 일치한다. 학교급별과 성별의 두가지 변인에 의한 상호작용의 효과 또한 통계적으로 유의하게 나타났다($p < 0.01$). 즉, 성별에 따른 확산과 삼투 개념에 관한 이해도 차이는 학교급별에 따라 다르며 중학교와 대학교에서보다 고등학교에서 남학생과 여학생의 이해도 차이가 컸다.

2. 검사 영역별 오개념의 유형 및 학교급별에 따른 응답률

확산과 삼투 개념에 관한 학생들의 응답 유형을 조사한 결과는 〈표 2〉, 〈표 3〉과 같다. 대부분의 경우 중학생이 많이 가지고 있는 오개념을 고등학생과 대학생도 많이 가지고 있었다.

'물질의 입자적 본질과 무작위적인 운동' 영역에서 학생들이 가장 많이 가지고 있었던 오개념은 1A인데 입자들이 균일한 분포에 이르면 전혀 움직이지 않는다는 것으로 응답률은 중학생이 28.2%, 고등학생이 50.8%, 대학생이 27.7%로 학교급별에 따라 유의한 차이가 있었다($\chi^2 = 29.228$, $p < 0.01$). 이러한 오개념은 중학생들보다 고등학생들에게서 더 많이 나타났는데 이것은 학생들이 고등학교 때에도 확산에 대해 학습을 하지만 그 개념을 충분히 이해하지 못하여 추가 학습 후에 오개념이 오히려 강화된 것 같다.

'생물에서의 확산과 삼투' 영역에서 학생들이 가장 많이 가지고 있었던 오개념은 2A인데 확산은 무작위적 반응이고 삼투는 무작위적 반응이 아니기 때문에 죽은 식물 세포에서는 확산만이 일어난다는 것으로 응답률은 중학생이 17.4%, 고등학생이 25.7%, 대학생이 51.8%로 학교급별에 따라 유의한 차이를 보였다($\chi^2 = 57.947$, $P < 0.01$). 이 오개념은 학교급이 높아짐에 따라 단계적으로 증가하였는데 특히 대학생들에게서 상당히 높게 나타났다. 교과서 분석 결과 그 원인을 교과서에서는 찾을 수 없었고 다른 요인에 의해 이러한 오개념이 형성된 것으로 보인다.

'확산의 과정' 영역에서 학생들이 가장 많이 가지고 있었던 오개념은 3A인데 한 스푼의 설탕을 물이 담긴 비커에 첨가하고 오랜 시간동안 저지 않고 가만히 두면 설탕과 물의 무게 차이로 설탕이 가라앉는다는 것으로 응답률은 중학생이 48.2%, 고등학생이 34.6%, 대학생이 28.2%로 학교급별에 따라 유의한 차이가 있었다($\chi^2 = 17.463$, $p < 0.01$). 이는 학교급이 높아짐에 따라 오개념이 조금씩 감소된 경우라고 볼 수 있다.

'삼투의 과정' 영역에서 학생들이 가장 많이 가지고 있었던 오개념은 4A인데 민물에 사는 식물 세포를 25% 소금물에 담그면 소금이 액포로부터 물을 빨아들이기 때문에 액포의 크기는 감소한다는 것이다. 응답률은 중학생이 36.4%, 고등학생이 20.9%, 대학생이 19.0%로 학교급별에 따라 유의한 차이를 보여($\chi^2 = 18.690$, $p < 0.01$) 이 경우에도 학교급이 높아짐에 따라 오개념이 감소되었다.

'세포막' 영역에서 학생들이 가장 많이 가지고 있었던 오개념은 5A인데 세포막이 어떤 물질은 세포안으로 투과시키나 세포밖으로는 투과시키지 않기 때문에 반투과성 막이다라는 것으로 응답률은 중학생이 24.1%, 고등학생이 12.6%, 대학생이 3.1%로 학교급별에 따라 유의한 차이가 있었다($\chi^2 = 37.609$, $p < 0.01$).

〈표 2〉 검사 영역별 오개념의 유형

검사 영역별 오개념의 유형	문항번호
(1) 물질의 입자적 본질과 무작위적인 운동	
1 A: 두 부분에서 입자들의 농도가 다를 때 입자들은 양쪽의 농도가 같아질 때까지 움직이는 경향이 있으며 양쪽의 농도가 같아지면 입자들은 전혀 움직이지 않는다.	2
1 B: 어떤 입자의 농도차가 클수록 입자는 분산되기를 원하기 때문에 확산속도는 증가한다.	3
1 C: 잉크분자가 움직임을 멈추면 바닥에 가라앉을 것이므로 잉크분자는 계속 움직인다.	6
1 D: 물이 담긴 수조에 잉크 방울을 떨어뜨리면 몇 시간 후 수조의 물은 하늘색이 되는데 이때 물 전체가 같은 색이므로 잉크분자는 움직임을 멈춘 것이다.	6
1 E: 한 곳에 어떤 입자가 밀집되어 있으면 그 입자들은 서로 부딪히고 분해되어 다른 입자 사이로 끼어 들어간다.	2
1 F: 잉크가 고체였다면 움직임을 멈추었을텐데 잉크는 액체이므로 계속 움직인다	6
(2) 생물에서의 확산과 삼투	
2 A: 확산은 무작위적인 반응이고 삼투는 무작위적인 반응이 아니기 때문에 죽은 식물 세포에선 확산만이 일어난다.	11
2 B: 죽은 식물 세포에선 세포의 기능이 중단되기 때문에 삼투와 확산은 일어나지 않는다.	11
(3) 확산의 과정	
3 A: 한 스푼의 설탕을 물이 담긴 비커에 첨가하고 오랜 시간동안 젓지 않고 가만히 두면 설탕은 물보다 무거워서 가라앉기 때문에 비커 아래쪽은 더 고농도 용액이 된다.	5
3 B: 잉크 입자가 물 전체에 고르게 분포되는 현상을 확산이라 하는데 이는 잉크가 작은 입자로 나누어져 물과 섞이기 때문이다.	1
3 C: 한 스푼의 설탕을 물이 담긴 비커에 첨가하고 오랜 시간동안 젓지 않고 가만히 두면 비커 아래쪽은 더 고농도 용액이 된다. 왜냐하면 설탕물이 같은 농도가 되기 위해서는 시간이 더 필요하기 때문이다	5
(4) 삼투의 과정	
4 A: 민물에 사는 식물 세포를 25% 소금물에 담그면 소금이 액포로부터 물을 빨아들이기 때문에 액포의 크기는 감소한다.	10
4 B: 물만 통과하는 반투막에 의해 분리되어 있는 수조 한쪽(┐)에는 잉크와 물을 넣고 다른 한 쪽(┌)에는 물만 넣었다. (┐)수조의 물의 농도가 (┌)수조보다 높기 때문에 2시간 후 (┐)수조의 물의 수위는 높아진다.	8
(5) 세포막	
5A: 세포막은 어떤 물질을 세포안으로 투과시키나 세포밖으로는 투과시키지 않기 때문에 반투과성 막이다.	12

3. 오개념의 원인으로서의 교과서 요인

확산과 삼투에 관한 내용을 분석하기 위하여 중학교 [과학 2] 8종, 고등학교 [과학 I상] 8종, [공통과학] 7종, [생물] 7종 교과서와 대학교 [일반생물학] 5종 교재를 선정하였다. [과학 2]는 MA~MH의 기호로, [과학 I상]은 H1A~H1H의 기호로, [공통과학]은 H2A~H2G의 기호로, [생물]은

HA~HG의 기호로, 대학교 [일반생물학] 교재는 UA~UE의 기호로 표시하였다.

1) 확산에 관한 교과서 내용 분석

(1) 중학교

확산에 관한 내용은 중학교 [과학 2] 8종 교과서에 〈표 4〉와 같이 제시되어 있었다.

〈표 3〉 학교급별로 알아본 오개념을 가진 학생의 비율 [단위:명(%)]

오개념의 유형	중학생(n=195)	고등학생(n=191)	대학생(n=195)	χ^2	p값
(1) 1A	55 (28.2)	97 (50.8)	54 (27.7)	29.228	0.000 **
1B	69 (35.4)	91 (47.6)	44 (22.6)	26.648	0.000 **
1C	41 (21.0)	50 (26.2)	30 (15.4)	6.824	0.033 *
1D	46 (23.6)	48 (25.1)	21 (10.8)	15.200	0.001 **
1E	39 (20.0)	32 (16.8)	30 (15.4)	1.525	0.467
1F	41 (21.0)	27 (14.1)	23 (11.8)	6.791	0.034 *
(2) 2A	34 (17.4)	49 (25.7)	101 (51.8)	57.947	0.000 **
2B	53 (27.2)	41 (21.5)	16 (8.2)	24.060	0.000 **
(3) 3A	94 (48.2)	66 (34.6)	55 (28.2)	17.463	0.000 **
3B	84 (43.0)	48 (25.1)	27 (13.8)	42.626	0.000 **
3C	19 (9.7)	22 (11.5)	20 (10.3)	0.342	0.843
(4) 4A	71 (36.4)	40 (20.9)	37 (19.0)	18.690	0.000 **
4B	28 (14.4)	50 (26.2)	36 (18.5)	8.797	0.012 *
(5) 5A	47 (24.1)	24 (12.6)	6 (3.1)	37.609	0.000 **

*p<0.05, **p<0.01

〈표 4〉 중학교 교과서의 확산에 관한 내용

[과학 2]	확산에 관한 내용
MA, MB, ME, MF, MG, MH	확산은 입자들이 (스스로 운동하여) 기체나 액체 속으로 퍼져나가는 현상임.
MC, MD	확산은 암모니아가 공기 중에서, 잉크가 물에서 퍼져 나가는 것과 같은 현상임.
MH	폐속으로 들어온 공기 중의 산소는 확산현상에 의해 폐포를 둘러 싸고 있는 모세혈관 속으로 들어가고, 모세혈관 속의 이산화탄소는 폐포로 나옴.
MA~MH	확산은 분자들이 (움직임없이) 운동하기 때문에 일어남.
MA, MB, MC, MD, MH	확산속도는 분자가 가벼울수록 빠름.
MB, MD	확산속도는 온도가 높을수록 빠름.
MB, MH	확산속도는 공기 속에서보다는 진공 속에서 더 빠름.

중학교 교과서에는 확산의 개념이 대부분 화학 부분에만 제시되어 있으며 생물 부분에 제시된 교과서는 단지 MH 뿐이었다. 그러나 확산 개념은 화학 부분에서만 다룰 것이 아니라 생물 부분에서 호흡과 가스교환을 배울 때 제시된다면 학생들이 그 개념을 이해하는데 도움이 되리라 생각된다.

확산에 관한 실험으로 8종 [과학 2] 교과서에는 모두 염화암모늄의 생성을 다루고 있었다. 중학생의 76.0%가 확산에 대해 오개념을 가지고 있었는데 이 개념을 보다 잘 이해하기 위해서는 조정일과 이현옥(1994)의 연구결과에서 보여준 바

와 같이 분자 모형을 이용한 실험이 효과적이라고 생각된다.

그리고 중학생의 21%가 고체 상태에서는 분자가 전혀 운동을 할 수 없다는 오개념을 가지고 있었는데 이는 중학교 교과서에 고체 상태에서는 분자들이 약한 진동만을 한다거나 규칙적으로 밀집되어 있어 자유롭게 분자운동을 할 수 없다는 표현으로 인해 생긴 오개념이라고 생각된다.

(2) 고등학교

확산에 관한 내용은 고등학교 [과학 I 상]8종, [공통과

학]7종, [생물]7종 교과서에 <표 5>와 같이 제시되어 있었다.

제 6차 교육과정에 의해 처음으로 시도된 [공통과학] 교과서는 7종 중 단지 H2B에만 확산 개념이 미비하게 제시되어 있었다. 이 교과서를 배우는 문과 학생들은 [생물 I]을 선택한 학생을 제외하고 더 이상의 생물 교육을 받지 않기 때문에 개념 형성에 어려움이 있으므로 호흡과 가스교환을 배울 때 생물학에서의 확산 개념을 제시해 줄 필요가 있다고 본다.

고등학교 교과서에는 확산에 관한 실험이 전혀 제시되어 있지 않을 뿐만 아니라 서술적인 표현조차 충분하지 못하여 학생들의 오개념의 원인이 될 수 있다. 예를 들면 교과서에는 “확산이 입자의 농도가 균일하게 될 때까지 일어난다”고 기술되어 있는데 이러한 표현은 학생들로 하여금 입자가 균일한 분포에 이르면 전혀 움직이지 않는다는 오개념을 갖게 할 수 있다. 확산 현상시 입자의 움직임은 묻는 문항에서 중학생은 28.2%, 고등학생은 50.8%가 오개념을 가졌는데 이것은 고등학교 교과서의 위와 같은 표현이 학생들의 오개념의 원인이 된 것이라고 생각된다. 따라서 교과서에는 학생들의 오개념을 충분히 고려하여 보다 구체적인 학습 내용과 충분한 표현으로 제시되는 것이 바람직하다고 본다.

(3) 대학교

<표 5> 고등학교 교과서의 확산에 관한 내용

교과서명	확산에 관한 내용
[과학I상] H1A~H1H	폐포와 조직세포에서의 가스교환은 산소와 이산화탄소의 분압차에 의한 확산으로 일어난다.
[공통과학] H2B	유기호흡에 필요한 산소는 폐포에서 확산에 의해 흡수됨.
[생물] HA~HG	확산은 농도가 높은 쪽에서 낮은 쪽으로 이동하는 물질의 이동 현상임.
HA, HC, HD, HE, HG	확산은 농도가 균일하게 되는 현상임.
HB, HF	확산은 물질의 농도가 균일하게 될 때까지 일어난다.
HA, HC, HD, HG	확산은 분자 운동에 의하여 일어난다.
HA, HD, HG	확산속도는 분자가 작을수록 빠름.
HA, HD, HG	확산속도는 온도가 높을수록 빠름.
HF, HG	촉진확산은 세포막 내의 운반체에 의하여 물질이 확산되는 현상임.
HE	물, 산소, 이산화탄소를 포함한 몇 가지 물질은 세포막을 통하여 확산될 수 있는데, 폐포와 태반 등에서는 이러한 확산이 일어나 물질의 교환이 일어난다.

현재 대학에서 가장 많이 사용되고 있는 5종의 [일반생물학] 교재에 확산에 관한 내용은 <표 6>과 같이 제시되어 있었다.

대학교 교재에는 실험 내용이 실험 시간에 따로 다루어지기 때문에 확산의 개념이 주로 서술적인 방법으로 제시되어 있었으며 전반적으로 비교적 잘 설명되어 있었다. 그러나 대학생들의 27.7%가 평형상태에 도달하면 입자가 전혀 움직이지 않는다는 오개념을 가지고 있었는데 이것은 UA, UC 이외의 교재에서 평형상태에서도 역동적인 분자운동이 계속된다는 내용을 충분히 표현하지 못하였기 때문인 것으로 생각된다.

2) 삼투에 관한 교과서 내용 분석

(1) 중학교

삼투 개념은 [과학 2] 8종 교과서 중 MC 교과서에만 제시되었는데 삼투라는 용어는 사용하지 않고 식물에서 뿌리털 안쪽의 농도가 바깥보다 높기 때문에 땅속의 물이 뿌리털 속으로 흡수될 수 있다고 제시되어 있었다. 본 연구에서 조사된 바에 의하면 중학생들의 72.6%가 삼투개념을 이해하지 못했는데 이는 중학교 교과서에 삼투 개념이 제시되어 있지 않기 때문이라고 본다. 따라서 중학교에서 뿌리의 구조와 기능을 배울 때 삼투개념이 제시되는 것이 학생들이 그 개념을

<표 6> 대학교 교재의 확산에 관한 내용

[일반생물학]	확산에 관한 내용
UA~UE	확산은 입자들이 농도가 높은 곳에서 낮은 곳으로 (농도기울기에 의거하여) 이동하는 현상임.
UA~UE	확산 결과 동일한 농도로 평형상태에 도달하게 됨.
UA, UC	물질이 균등한 분포에 도달하면 역동적인 평형상태가 됨. (즉, 운동이 전과 같이 계속되나 어떤 방향으로의 순이동은 없는 상태가 됨)
UA, UC, UD, UE	확산은 분자들이 계속적으로 (자유에너지에 의해 무작위)운동을 하기 때문에 일어남.
UB	모든 물질은 절대영도 이상에서는 운동에너지를 가지며 농도가 다를 때에는 자유 에너지의 낙차, 즉 확산압이 생겨 평형상태를 유지하려는 성질을 가지고 있음.
UA, UC, UD	확산속도는 물질의 상태에 따라 다름.
UA, UB, UC	확산속도는 온도에 따라 다름.
UB, UC, UE	확산속도는 분자의 크기에 따라 다름.
UC, UE	확산속도는 두 부분들 사이의 농도차에 따라 다름.
UA~UE	촉진확산은 세포막 내에 있는 특수한 수송단백질에 의해 물질이 확산되는 것임.
UA, UB, UC, UD	폐포에서의 가스교환은 산소와 이산화탄소의 분압차에 의한 확산으로 일어남.
UE	핏 속의 이산화탄소는 폐포에서 밖으로 확산되어 나옴.

이해하는데 도움이 되리라 생각된다.

(2) 고등학교

삼투에 관한 내용은 [과학 I상], [공통과학] 교과서에 전

혀 제시되어 있지 않았다. 현재 [공통과학]을 배우는 문과 학생들은 중학교에서 삼투 개념이 전혀 제시되어 있지 않았고 [공통과학]에서도 전혀 제시되어 있지 않기 때문에 개념 형성에 어려움이 있을 수 있다. 따라서 V. 생명의 신비 단원

<표 7> 고등학교 교과서의 삼투에 관한 내용

[생물]	삼투에 관한 내용
HA, HC, HD, HE, HF, HG	삼투는 반투과성막을 통하여 용매가 확산되는 현상임.
HB	삼투는 고장액과 저장액을 반투과성막으로 경계지어 놓았을 때 일어나는 용매의 이동현상임. (여기서 물질의 이동은 물질이 많은 쪽에서 적은 쪽으로 이동하는 확산에 의함)
HA, HD, HF	삼투압이란 농도가 낮은(용액)쪽의 용매 분자가 농도가 높은(용액)쪽으로 투과하려는 힘을 말함.
HB	삼투가 일어나는 초기에는 저장액으로부터 고장액으로 용매가 이동하는데 이 때 반투과성막은 용매의 압력을 받게 되는데 이 압력을 삼투압이라 함.
HC	삼투압이란 물이 반투과성막을 투과하여 농도가 큰 용액쪽으로 이동함으로써 농도가 큰 용액 쪽에 생기는 압력을 말함.
HA, HB, HC	삼투압이란 삼투현상에 의하여 생기는 압력을 말함.
HA, HB, HC, HD, HG	삼투압의 크기는 용액의 농도에 따라서 달라짐($P=cRT$).
HF	삼투압의 크기는 농도차가 클수록 커짐.

〈표 8〉 대학교 교재의 삼투에 관한 내용

[일반생물학]	삼투에 관한 내용
UA, UB, UC, UE	삼투는 농도가 높은 곳에서 낮은 곳으로 반투과성막 (선택적 투과성막)을 통한 물의 확산 현상임.
UB, UC, UE	농도란 용매에 용해되어 있는 이온이나 분자의 농도가 아니고 용매 그 자체를 의미함.
UD	삼투현상은 선택적 투과막을 통해 물과 같은 용매가 통과하는데 관련된 확산의 특이한 경우임. 삼투에서의 용액은 용질의 농도보다는 용매의 농도로 간주됨.
UA, UB	삼투압이란 물이 선택적 투과막을 저농도에서 고농도 용액으로 이동하려는 경향의 측정값을 말함.
UD	삼투압이란 투과막을 통한 실제적인 용매의 이동을 멈추는데 필요한 압력을 말함.
UE	끝을 셀로판으로 막은 유리관에 설탕용액을 채워 물이 담긴 비커에 넣으면 물분자가 유리관으로 확산되어 유리관 내 용액은 증가하게 되며 따라서 이 용액은 유리관을 아래로 밀게 되는데 이 때의 힘 또는 압력을 삼투압이라 함.
UA, UB, UC, UD	삼투압은 용액의 농도에 비례하는데 용질의 농도가 높을수록 삼투압은 높다.
UE	삼투압은 막의 양면에서 물농도의 차이가 클수록 증가함.
UB, UC	토양의 물은 삼투현상에 의해 식물체의 뿌리 속으로 흡수됨.
UA, UD, UE	물은 삼투현상에 의해 뿌리의 근모나 표피세포의 세포질에 유입됨으로써 중심주에 도달할 수 있음.

의 신장과 배설 부분에서 삼투 개념을 제시해 줄 필요가 있다고 본다.

[생물] 7종 교과서에서는 삼투 개념이 〈표 7〉과 같이 제시되어 있었다. 고등학생의 41.8%가 삼투에 대한 오개념을 갖는 것으로 나타났는데 이는 삼투에 관한 내용이 교과서에서 주로 서술적인 방법으로 제시되어 있었으며 실험 내용으로 용혈 현상이나 원형질 분리가 제시되어 있으나 학생들이 이 개념을 이해하는데 어려움을 갖는 것으로 보인다. 학생들이 삼투 개념을 잘 이해하기 위해서는 조정일과 이현욱(1994)의 연구에서 본 바와 같이 분자 모형을 제작하여 분자운동을 실제로 관찰할 수 있는 실험이 보다 효과적이라고 생각된다.

그리고 반투막을 사이에 두고 농도가 다른 두 용액을 용기에 넣었을 경우 물이 어느 방향으로 움직이는가를 묻는 문항에서 고등학생의 75.4%가 오개념을 갖는 것으로 나타났는데 이것은 고등학교 교과서에 용액의 농도는 용질의 농도 개념으로만 제시되고 용매의 농도 개념은 전혀 제시된 바가 없기 때문인 것 같다.

(3) 대학교

현재 대학에서 가장 많이 사용되고 있는 5종의 [일반생물학] 교재에 삼투에 관한 내용은 〈표 8〉과 같이 제시되어 있

었다.

대학교 교재에는 실험 내용이 실험 시간에 따로 다루어지기 때문에 삼투의 개념이 주로 서술적인 방법으로 제시되어 있었으며 전반적으로 비교적 잘 설명되어 있었다. 그러나 반투막을 사이에 두고 농도가 다른 두 용액을 용기에 넣었을 경우 물이 어느 방향으로 움직이는가를 묻는 문항에서 대학생의 55.4%가 오개념을 갖는 것으로 나타났다. 이는 5종의 [일반생물학] 교재중 4종에서 용매의 농도 개념이 제시되어 고등학생의 경우(75.4%)보다 이해도가 높게 나타났으나 고등학교 때 학생들이 가졌던 농도에 대한 개념이 교정되지 않고 대학교 때까지 그대로 지속된 결과라고 생각된다.

IV. 결 론

본 연구에서 확산과 삼투에 관한 학생들의 이해도와 오개념을 조사하고 오개념의 원인이 교과서에 있는지 분석한 결과는 다음과 같다.

1. 확산과 삼투 개념에 관한 이해도 점수는 100점 단위로 환산하여 중학생이 31점, 고등학생이 51점, 대학생이 67점으로 학교급이 높아짐에 따라 개념의 이해도가 높아졌다($p < 0.01$).
2. 확산과 삼투 개념에 관한 이해도 점수는 남학생보다 여

학생에게서 더 높게 나타났는데 이러한 차이는 중학교와 대학교보다 고등학교에서 가장 컸다($p < 0.01$).

3. 확산과 삼투에 관한 오개념의 유형을 분석한 결과 중학생이 많이 가지고 있는 오개념을 고등학생과 대학생도 많이 가지고 있는 것으로 나타났다. 대학생들은 오개념을 가장 적게 가지고 있었으나, 고등학생들은 중학생들보다 오히려 오개념이 더 높게 나타난 경우가 많았는데 이는 고등학교 교과서의 표현이 적절치 못한 것에도 어느 정도의 원인이 있다고 생각된다.
4. 교과서에는 확산과 삼투의 개념을 학생들이 쉽게 이해할 수 있는 구체적인 학습 내용이 부족하였고 표현이 명확하지 못하였다. 본 연구에서 조사된 학생들의 오개념과 교과서의 학습 내용을 연결시켜 볼 때 학생들의 오개념이 교과서의 이러한 요인으로부터 생길 수 있는 것으로 보인다.

확산과 삼투 개념을 학생들이 잘 이해하기 위해서는 본 연구에서 밝혀진 학생들의 오개념을 충분히 고려하여 교과서에 용어 설명이 좀 더 명확하게 제시되어야 하겠다. 또한 실험이나 컴퓨터 시뮬레이션과 같은 다양하고 흥미로운 학습 내용으로 학생들 자신이 가지고 있는 오개념에 갈등을 일으킬 수 있을만한 수업 전략을 개발해야 할 것이다.

참 고 문 헌

1. 박승재(1988). 과학교육과정 “내용”의 연구모형. 한국과학교육학회지, 8(2), 65-71.
2. 박종석, 조희형(1986). 고등학생들의 유전에 대한 오인의 확인 및 유전학 지도방향. 한국과학교육학회지, 6(2), 35-42.
3. 백남훈(1994). 국민학교 아동들의 분자와 분자운동에 관한 개념. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
4. 신선옥(1993). 확산과 삼투에 관한 고등학생들의 개념 및 오개념 연구. 전남대학교 교육대학원 석사학위논문.
5. 조성연(1992). 일상적 상황과 과학적 상황에서의 학생들의 반응유형 비교- 고등학교 2학년(이과) 학생들의 입자 개념을 대상으로. 서울대학교 대학원 석사학위 논문.
6. 조정일, 이현욱(1994). 확산과 삼투 분자운동 모형을 활용한 수업의 개념 변화에의 효과. 한국과학교육학회지, 14(3), 293-303.
7. 조희형, 최승일(1987). 고등학교 생물I의 세포분열, 생식, 수정개념에 대한 오인분석. 한국과학교육학회지, 7(1), 1-17.
8. 홍미영(1990). 고체, 액체, 기체 상태의 분자운동에 대한 학생들의 개념 조사. 서울대학교 대학원 석사학위논문.
9. Ausubel, D.P., Novak, J.D., and Hanesian, H. (1978). *Educational Psychology : A cognitive view*, 2nd. ed., New York : Holt, Rinehart and winston Inc., 1-204.
10. Driver, R. (1985). *Children's ideas in science*. Milton Keynes : The open University Press.
11. Friedler, Y., Amir, R., and Tamir, P. (1987). High school students' difficulties in understanding osmosis. *International Journal of Science Education*, 9(5), 541-551.
12. Gilbert, J.K., and Swift, D.J. (1985). Towards a Lakatosian analysis of the Piatian and alternative conceptions research programs. *Science Education*, 69(5), 681-696.
13. Gil-Perez, D., and Carrascosa, J. (1990). What to do about science misconceptions. *Science Education*, 74(5), 531-540.
14. Johnstone, A.H., and Mahmoud, N.A. (1980). Isolating topics of high perceived difficulty in school biology. *Journal of Biological Education*, 14, 163-166.
15. Marek, E.A. (1986). Understandings and misunderstandings of biology concepts. *The American Biology Teacher*, 48(1), 37-40.
16. Odom, A.L., and Barrow, L.H. (1995). Development and application of a two-tier diagnostic test measuring college biology students' understanding of diffusion and osmosis after a course of instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(1), 45-61.
17. Simpson, W.D., and Marek, E.A. (1988). Understandings and misconceptions of biology concepts held by students attending small high schools and students attending large high schools. *Journal of Research in Science Teaching*, 25(5), 361-374.
18. Westbrook, S.L., and Marek, E.A. (1991). A cross-age study of students understanding of the concept of diffusion. *Journal of Research in Science Teaching*, 28, 649-660.

(ABSTRACT)

Survey on Students' Understanding of the Concepts of Diffusion and Osmosis and Analysis of Textbooks as Sources of Misconceptions

Kim, Mun-Soo · Chung, Young-Lan
(Ewha Womans University)

The purpose of this study is to investigate the misconceptions and the understanding of students on diffusion and osmosis, and to examine the shifts in concept development that result from maturation and additional instruction. In addition, the textbooks were assessed for the sources of the misconceptions. The subjects of this study were 195 students in middle school, 191 students in high school and 195 students in university in Seoul. And the multiple-choice test developed by Odom and Barrow(1995) was used. The results were analyzed by two-way ANOVA in the statistical packages SAS. The major findings of this study are as follows.

1. The mean score of the understanding on the concepts of diffusion and osmosis of junior high school students was 31, that of high school students was 51 and that of university students was 67. In this study, the higher grade students got the higher scores, and it showed significant difference($p < 0.01$).
2. The mean score of girls was higher than that of boys in all grades. And the difference of the score according to gender showed great difference in high school($p < 0.01$).
3. An analysis of the patterns of misconceptions about diffusion and osmosis indicated that certain misconceptions prevail across grade levels.
4. An analysis of the contents of textbooks indicated that textbooks may be the source of students' misconceptions about diffusion and osmosis.