

대학생들과 과학교사들의 염색체 행동의 이해에 관한 연구

조정일 · 김경주

(전남대학교 생물교육과)

(1993년 8월 13일 받음)

I. 서론

최근 들어 과학교육분야에서 활발히 연구되고 있는 분야 중의 하나가 오개념에 대한 것으로 일반적으로 오개념이란 학생들의 잘못된 이해, 이해의 결핍 혹은 잘못된 사고 유형을 포함한다(조정일 등, 1991).

오수벨에 의해 사용된 용어인 선입견(preconception)은 개념 이해의 특징인 이해의 일반화 상태에 이르지 못한 학생들의 사고라고 규정되었다. Ausubel et al.(1978)은 새로운 지식의 학습을 학습자가 이미 소유하고 있는 인지구조에 의한 포섭의 과정으로 이해하고 학습자가 학습 전에 그의 인지 구조내에 간직한 선형개념이 새로운 학습내용에 가장 큰 영향을 미치는 요인이라고 하였다.

오개념은 일단 형성되면 올바른 과학 개념으로 전환되기가 어렵다는 것이 일반적인 견해이고 이 오개념은 교사가 가르치는 것을 학습하는데 장애를 준다.

염색체 행동은 세포분열, 유전, 생식, 발생을 위한 기초적 지식이다. 본 연구는 앞으로 과학교사가 되어 과학을 가르치게 될 예비과학교사들과 현재 중학교 과학 혹은 고등학교 과학 I(상)과 생물을 가르치고 있는 현직 과학교사들의 염색체 행동에 대한 이해를 연구하는데 그 목적이 있다.

본 연구에서 밝히고자 하는 연구문제는 다음과 같다.

- 1) 염색체 행동에 대한 예비 과학교사들의 이해는 어느 정도인가?
- 2) 염색체 행동에 대한 과학교사들의 이해는 어느 정도인가?

- 3) 학년과 전공에 따른 학생들의 이해 정도는 어떠한가?

II. 이론적 배경

생물 개념에 관한 오개념 연구들은 동식물 분류(Mintzes and Trowbridge, 1987; 차희영, 1990), 생물과 무생물(Sequeira and Freitas, 1987), 세포(Marek, 1986a; Dreyfus and Jungwirth, 1987), 삼투(Murray, 1983), 순환계(Arnaudin and Mintzes, 1985), 광합성과 호흡(Smith and Anderson, 1984; Wandersee, 1988; Treagust and Halsam, 1986), 광합성과 진화(전태식과 허명, 1989), 유전(Longden, 1982; Stewart, 1983; 박종석과 조희형, 1986), 자연선택(Engel and Driver, 1986; Engel and Wood-Roisonson, 1985; Brumby, 1984), 생태학(Marek, 1986b)등과 같은 분야에서 이루어져 왔다. 특히 염색체 행동 및 유전과 관련하여 사람들의 이해와 오개념을 연구한 논문은 중심으로 요약하여 보았다.

Stewart(1982)는 면담을 통해서 생물전공 대학생들이 3가지 형태의 기본적인 유전 문제를 해결할때 사용하는 지식과 문제 해결 전략을 알아보았다. 이 3가지 형태의 문제는 단성잡종과 양성잡종에 관한 것이었다. 면담 결과 학생들은 감수분열 동안 일어나는 염색체 분리에 대해서 잘 알고 있지 못한 것으로 나타났으며, 감수분열과 단성잡종, 양성잡종 교배간의 관계를 잘 연결짓지 못하는 것을 밝혔다.

Longden(1982)은 A-level 학생 114명을 대상으로 연구하였다. 학생들의 주된 오개념은 DNA복제와 염

색체 분리 사이의 관계에 대한 것이며 학생들은 감수 분열 중 반감되는 시기와 DNA가 복제되는 시기를 잘 이해하지 못함을 밝혔다.

Stewart(1983)는 9-12등급내 27명의 생물수강 고등 학생들이 단성잡종과 양성잡종 문제를 풀때 유전학과 감수분열에 대한 지식으로 풀어나가는지를 알아보았다. 그리고나서 학생들의 절차적인 지식과 개념적인 지식 내에 존재하는 반응 유형에 따라 그룹 A, 그룹 B, 그룹 C로 나누었다.

그룹 A의 학생들은 단성잡종이나 양성잡종에 대해 정확한 답을 하지 못하였는데 이는 개념적 지식이 빈약한 때문이었다.

그룹 B의 학생들은 단성잡종 문제에 대해서는 정확한 답을 말하였으나 양성잡종에 대해서는 그룹 A의 학생들처럼 정확한 답을 제시하지 못하였다. 이 학생들은 개개 부모에게서 온 대립인자가 배우자로 들어간다는 것을 모르고 있었고, 양성잡종 문제를 두 개의 단성잡종으로 보아서 어떻게 배우자가 형성되는지를 모르는 것으로 나타났다.

그룹 C의 학생들은 단성잡종과 양성잡종 문제에 대해서 정확한 답을 제시하였다. 그러나 이 학생들도 염색체 행동과 멘델의 유전법칙을 여전히 의미있게 연결짓지 못했다.

박종석과 조희형(1986)은 고등학교 2학년생들의 면담을 통해 그들이 갖고 있는 유전에 관한 몇가지 오인을 확인하고 그 학생들이 사용하고 있는 교과서에 의해서 그러한 오인이 형성될 수 있는지를 알아보았다. 대표적인 오인으로는 "생식세포 수가 그 생물의 염색체 수의 반(n) 혹은 상동염색체의 수와 같다", "한 개의 체세포가 1회 분열할 경우 딸세포의 수는 그 모세포의 염색체 수와 같다", "한 형질은 반드시 두 개의 대립인자에 의해서만 발현된다", "어느 한 형질의 대립인자는 단 두 개밖에 없다", "감수분열에 의한 배우자 종류는 염색체 수 또는 부호로 나타낸 유전자의 수와 같다"와 같은 것이었고 이러한 개념의 설명을 위해서 모식도 또는 개념 간의 밀접한 연관성, 구체적인 내용이 교과서에 기술되어야하고, 교수/학습자료는 그 개념간의 연계성을 중요시해야 한다고 밝혔다.

정완호와 이기복(1988)은 중 3학년생 244명을 대상으로 생명의 연속성 개념을 조사한 결과 다음과 같은 오인을 발견하였다. 첫째로 염색체에 대한 개념 오인은 사람의 몸 전체에 46개의 염색체가 있다고 생각하

고 있고, 염색분체를 2가 염색체로 이해하고 있고, 수정란을 생식세포로 오인하고 있다는 것이다. 둘째로 생식세포 분열과 체세포 분열 사이에 염색체 행동의 차이를 잘못 이해한다는 것이다. 세째로 표현형을 그림이나 문자로 나타내고 있다는 것과, 생식세포를 체세포의 자가 수분으로 얻은 F₁이라고 오인한다는 것이다.

학생들이 유전학의 문제를 풀었다고 해서 유전원리를 이해하고 있다고 판단할 수 없다. 그들은 교과서나 수업시간에 제시되었던 단순한 공식이나 논리를 사용하여 문제를 해결할 뿐 실제 유전 상황에서 일어나는 것들을 제대로 이해하고 있지 못하였다. 특히 멘델의 유전법칙과 그 유전법칙을 지배하는 염색체의 행동과의 관계를 연관짓지 못하는 것으로 나타났다.

Ⅲ. 연구 방법

1) 개념 확인 및 도구 개발

생물 개념에 대한 연구 논문들을 기초로 학생들은 유전 개념과 염색체 행동과의 관계를 제대로 파악하지 못하고 있음을 확인하였고 유전 원리를 이해하기 위해 요구되는 염색체 행동에 관한 기본 개념들을 기초로 검사도구를 개발했다.

완성된 검사 문항지는 총 4문항의 단답형과 산문식으로 된 지필 검사의 형태이며 개념 검사 문항 유형 및 내용은 [표 1]에 있으며 검사지는 부록에 실었다.

[표 1] 개념검사 문항 유형

문항	유형	내용
1	주관식	체세포의 염색체 수
2	주관식	딸세포의 염색체 수
3	주관식	상동염색체의 정의
4	주관식	대립 유전자의 정의

2) 연구대상

연구대상은 [표 2]에서 볼 수 있듯이 대학에서 일 반생물을 이미 수강한 예비과학교사들로서 생물전공 2학년 28명, 3학년 17명, 4학년 23명과 비생물과 학제

열 중 화학 전공 2학년 10명, 3학년 13명, 4학년 6명, 물리 전공 3학년 13명, 4학년 10명, 지구과학 전공 3학년 12명, 4학년 13명과 대학에서 생물을 전공하고 중, 고등학교에서 중학교 과학과 생물을 가르치고 있는 과학교사 37명으로 구성되었다.

[표 2] 연구대상

전공	학 생 (학년)			계	교사(학교)		
	2	3	4		중	고	계
생물	28	17	23	68	23	14	37
화학	10	13	6	77			
물리	0	13	10				
지학	0	12	13				

3) 검사 실시 및 검사 결과 분석

개념 검사는 대학생의 경우는 각 전공, 각 학년별로 교사의 경우는 전교사를 대상으로 본 연구자의 감독 아래 실시되었다.

검사지 문항 3번과 4번에 대한 학생들의 응답 내용은 [표 3]에서 제시한 기준에 의거하여 분석하였다.

[표 3] 각 문제에 대해 건전한 이해로 분류되기 위한 준거들

문 제 3. 상동염색체의 정의

- 1) 모양과 크기가 같다.
 - 2) 부제와 모제로부터 온 쌍이다.
 - 3) 같은 형질을 나타내는 유전물질로 되어 있다.
- 부분적인 이해는 이 중 하나 이상을 지적하지만 세 가지 모두를 지적하지 않은 경우에 해당된다.

문 제 4. 대립유전자의 정의

- 1) 상동염색체의 같은 위치에 놓여 있다.
 - 2) 동일 형질 발현에 관여한다.
- 부분적인 이해는 이 중 어느 하나만을 지적한 경우가 해당된다.

'건전한 이해'는 이론적이고 과학적인 견해를 말하는 것으로 건전한 이해로 분류되기 위해서는 [표 3]

에 나와있는 준거들을 포함해야 한다. '부분적인 이해'는 건전한 이해를 나타내기 위한 정보가 모두 들어있지는 않지만 부적절한 정보도 들어있지 않은 경우를 말한다. '이해 못함'이란 설명이 완전히 잘못된 이해를 나타낸 경우이다. 응답결과는 전공별, 학년별, 집단별로 나누어 그래프와 표를 사용하여 나타냈다.

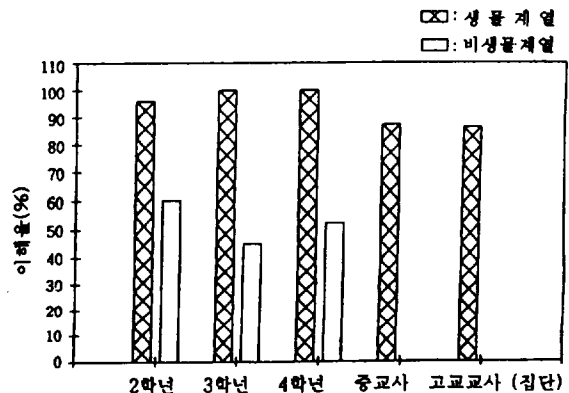
4) 연구의 제한점

본 연구대상은 92년도 자격연수에 등록된 중고등학교 과학교사들과 한 대학의 대학생들로 구성되어 있다. 따라서 본 연구의 결과를 경력에서 차이가 있는 교사나 모든 대학의 과학전공 학생들에게 일반화 시키는데에는 한계가 있다.

IV. 연구 결과 및 논의

1) 체세포의 염색체수에 대한 학생과 교사의 반응 분석

이 문항은 분열 중인 세포에 6개의 염색체가 그려진 그림을 보여주고서 이 세포의 염색체 수를 물어본 문항으로 [그림 1]에서처럼 생물계열 학생들은 높은 이해율(2학년 96%, 3학년 10%, 4학년 100%)을 보인 반면, 비생물계열 학생들(2학년 60%, 3학년 45%, 4학년 52%)은 이보다는 낮은 이해율을 보였고 중, 고 과학교사들의 경우는 각각 87%, 86%의 이해율로 생물계열 학생들보다도 더 낮은 이해율을 보였다.



[그림 1] 세포분열 중인 세포의 염색체 수에 대한 학생과 교사들의 반응

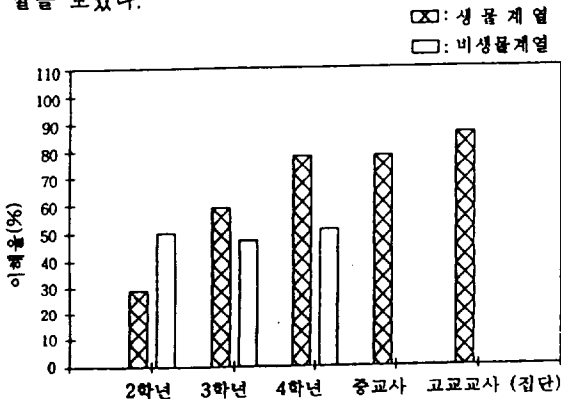
이해를 하지 못하고 있는 경우는 [표 4]에 나타나 있는데 이에 속하는 경우는 예비 과학교사와 현직 과학교사 경우 모두 염색체의 수가 3개, 4개, 12개, 기타로 분류한 24개, 48개라고 응답한 예비교사, 현직교사도 1명씩 있었다.

[표 4] 체세포의 염색체 수에 대한 '이해 못함'의 반응 유형들 (단위:명)

유형	응답자	
	학생	교사
3개	3(2)	0(0)
4개	1(1)	1(3)
12개	16(11)	3(8)
기타	1(1)	1(3)
계	21(15)	5(14)

2) 딸세포의 염색체 수에 대한 학생과 교사의 반응 분석

이 문항은 1번 문항에서 제시된 세포의 염색체 그림을 보고서 이 세포가 유사분열을 한 후 딸세포를 형성하였을 때 그 딸세포는 몇 개의 염색체를 갖겠느냐를 물어본 문항으로 [그림 2]에 나타난 것처럼 생물계열 2학년은 29%, 3학년은 59%, 4학년은 78%의 이해율을 보였다. 비생물계열 2학년은 50%, 3학년은 47%, 4학년은 51%의 이해율을 보였다. 중학교 교사의 경우는 78%, 고등학교 교사의 경우는 86%의 이해율을 보였다.



[그림 2] 체세포 분열 후의 딸세포의 염색체 수에 대한 학생과 교사들의 반응

이 이해율은 1번 문항과 비교했을 때 많이 떨어진 것으로 특이한 점은 [표 5]에서 볼 수 있는 바와 같이 1번 문항의 염색체 수를 적으라는 응답에는 100%의 이해율을 보였던 생물계열 3,4학년 학생들이 이 문항에선 각각 59%, 78%의 낮은 이해율을 보인 것으로 이 학생들은 체세포 내의 염색체 구조에 대해서는 잘 알고 있었지만 세포분열 과정을 거치면서 세포 내 염색체의 수가 어떻게 변화하는지는 잘 이해하지 못하고 있음을 나타내었다.

[표 5] 딸세포의 염색체 수에 대한 '이해 못함'의 반응 유형들 (단위:명)

유형	응답자	
	학생	교사
2개	2(1)	0(0)
3개	23(16)	1(3)
4개	1(1)	0(0)
8개	0(0)	2(5)
12개	40(28)	4(11)
24개	1(1)	0(0)
48개	2(1)	0(0)
무반응	2(1)	0(0)
계	71(49)	7(19)

이해 못함 경우의 대부분을 차지하는 응답은 3개(학생의 경우 16%, 현직교사의 경우 3%)와 12개(학생의 경우 28%, 현직교사의 경우 11%)라는 응답으로 이는 하나의 체세포가 분열하여 딸세포가 2개 형성될 때 6개의 염색체가 3개씩 나누어 각각이 딸세포로 들어간다고 하는 생각에서 비롯되었거나 분열의 의미나 과정을 잘못 이해하여 이런 응답이 나왔다고 생각된다. 그 외에도 1번 문항의 응답에서처럼 4개, 8개, 24개, 48개라고 응답하는 경우도 있었다.

3) 상동염색체에 대한 학생과 교사의 반응 분석

전체적으로 상동염색체에 대한 건전한 이해의 준거로 여겨지는 "모양과 크기가 같다", "부제와 모제로부터 온 쌍이다", "같은 형질을 나타내는 유전물질로 되어 있다"라는 응답이 있어야 하는데 [표 6]에서처럼 모두를 언급한 경우는 오직 고등학교 교사 2명에 불과하다. 예비 과학교사들의 64%(93명)가 오직 "모

[표 6] 상동 염색체에 대한 학생과 교사의 반응 (단위:명(%))

응답자	학 년 별						계	교 사		계
	생 물			비 생 물				중	고	
	2	3	4	2	3	4				
이해유형	2	3	4	2	3	4				
건전한 이해	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (14)	2 (5)
부분적 이해	26 (92)	13 (76)	20 (87)	6 (60)	17 (45)	21 (72)	103 (71)	19 (83)	12 (86)	31 (84)
이해 못함	2 (8)	4 (24)	3 (13)	4 (40)	21 (55)	8 (28)	42 (29)	4 (17)	0 (0)	4 (11)
계	28 (100)	17 (100)	23 (100)	10 (100)	38 (100)	29 (100)	145 (100)	23 (100)	14 (100)	37 (100)

양과 크기가 같다"라고만 진술한 반면, 현직 과학교사들의 68%(25명)가 오직 "같은 형질을 나타내는 유전물질로 되어 있다"라고 응답하였다. 이 문항에 대한 '부분적 이해'의 반응 유형들은 [표 7]과 같은데 이것은 예비과학교사들의 경우 상동염색체를 유전현상을 설명하는 것과 관련없게 인지구조를 형성하고 있는 반면 현직과학교사들은 감수분열이나 유전현상을 설명할때 상동염색체의 그 원리를 이용하여 수업한 결과라고 생각된다.

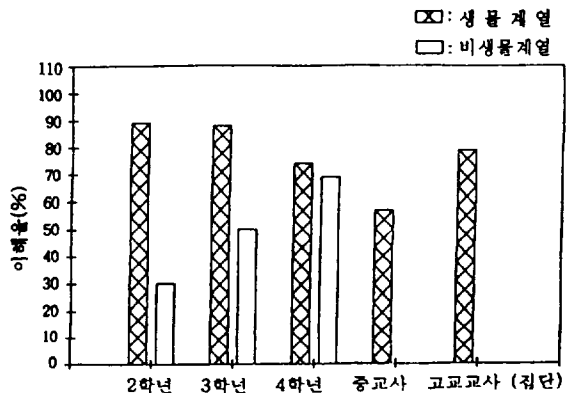
[표 7] 상동염색체에 대한 부분적 이해의 반응 유형들 (단위:명(%))

반응유형			응답자	
모양과 크기가 같다	부계와 모계로부터 온 쌍이다	같은 형질을 나타내는 유전물질로 되어 있다.	학생	교사
O	O	X	2(1)	5(14)
O	X	X	93(64)	0(0)
X	O	O	0(0)	0(0)
X	X	O	3(2)	25(68)
O	X	O	5(3)	1(3)
X	O	X	0(0)	0(0)
계			103(71)	31(84)

* O: 언급한 경우
X: 언급하지 않은 경우

4) 상동염색체를 짝지을 수 있는 능력에 대한 학생과 교사들의 반응

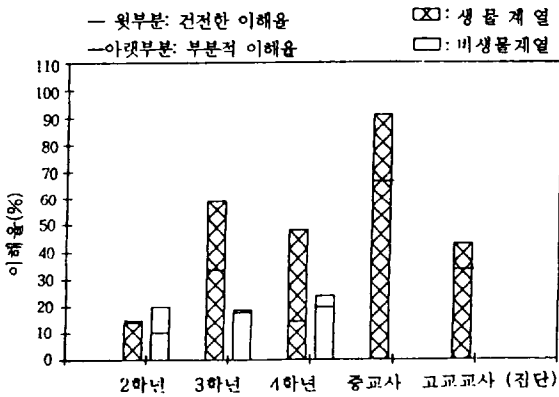
생물계열 학생들은 비교적 높은 이해율(2학년 89%, 3학년 88%, 4학년 74%)을 보이나 비생물계열(2학년 30%, 3학년 51%, 4학년 69%), 중학교 교사(59%), 고등학교 교사(80%)의 경우는 이해율이 낮다. 이 결과는 [그림 3]에 나타나 있는데 문제가 단순히 같은 모양의 염색체를 짝지으라는 정도의 쉬운 문제임에도 불구하고 이와 같은 이해율은 염색체 행동에 대한 이해가 기초적으로 이루어지지 않았음을 보여 준다. 1번 문항과 관련시켜 보면 일부 응답자들은 단순히 6개의 염색체 그림을 보고서 6개라고 응답하였을 뿐 체세포 내의 염색체 구조를 잘 이해하지 못하고 있음을 알 수 있었다.



[그림 3] 상동 염색체를 짝지을 수 있는 능력에 대한 학생과 교사들의 반응

5) 대립유전자에 대한 이해

대립유전자란 생물의 형질 중 큰 키와 작은 키, 씨의 모양이 둥근 것과 주름진 것 등과 같이 서로 상대적인 관계에 있는 형질을 나타내는 유전자로 대립유전자에 대한 응답이 건전한 이해에 들기 위해서는 "상동염색체의 같은 위치에 놓여 있다"는 것과 "동일 형질의 발현에 관여 한다"는 언급이 있어야 한다. 그런데 이 중 어느 하나만을 언급하였을 때는 부분적 이해에 포함시켰다. 대립유전자를 염색체상에 나타내는 능력을 알아보기 전에 먼저 이런 대립유전자의 정의를 물어보았는데 그 결과는 [그림 4]에 나타난 것처럼 건전한 이해를 보인 경우는 낮았고 거의 부분적인 이해만을 보였다. '부분적 이해'의 반응 유형은 [표 8]에 나타내었고 이외의 응답들은 '부모의 성질과 대립되는 특성을 나타내는 세포', '상동염색체상에 나타나며 형질 발현을 억제하는 유전자', '두 유전자 사이에 열성과 우성이 존재하지 않고 대등하게 나타나는 유전자'와 같은 응답들이 있었다.



[그림 4] 대립유전자에 대한 학생과 교사들의 반응

대립유전자를 염색체상에 나타내는 능력을 알아보기 위해서 6개 염색체중 하나의 염색체에 한 인자를 표시해놓고 이 인자의 대립인자를 그림에 표시하도록 하였다. [그림 5]에 나타난 것처럼 생물계열 2학년은 36%, 3학년은 71%, 4학년은 52%가 제대로 표시하였고, 비생물계열 2학년은 30%, 3학년은 21%, 4학년은 21%가 제대로 표시하였다. 중학교 교사의 경우는 22%, 고등학교 교사의 경우는 71%가 제대로 표시하였다.

[표 7] 상동염색체에 대한 부분적 이해의

반응 유형들

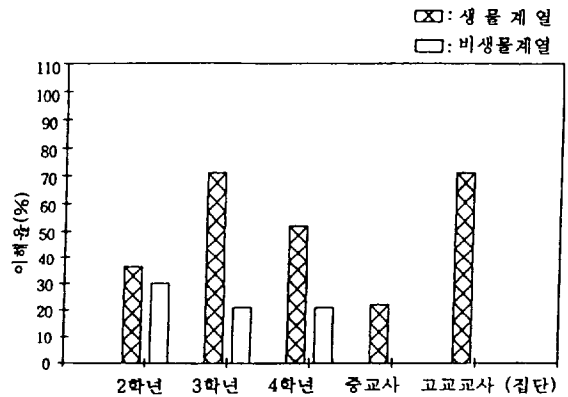
(단위:명(%))

반응유형	응답자	
	학생	교사
상동염색체의 같은 위치에 있다.	17(12)	12(32)
동일 형질발현에 관여한다.	12(8)	9(24)
계	103(71)	31(84)

* O: 언급한 경우

X: 언급하지 않은 경우

이 결과들을 보면 대립유전자의 위치에 대해서는 전반적으로 어려움을 가지고 있는 것으로 나타났는데, 대립유전자에 대해서는 어느 정도 이해하고 있으나 대립유전자가 상동염색체상에 관련되어 있다는 것을 알지 못함에서 비롯되었다고 생각된다.



[그림 5] 대립유전자를 표시할 수 있는 능력에 대한 학생과 교사들의 반응

이상에서 살펴본 개념들은 감수분열을 통한 형질의 다양성이 이루어지고 유전 물질의 교차가 이루어진다는 점을 이해하고 유전 현상의 분리의 비를 그리고 더 나아가 연관과 교차 등을 이해하기 위해 필수적으로 요구되는 것들이다. 예비과학교사인 학생이나 교사 모두 개념들을 제대로 이해하지 못하는 것으로 나타났다. 특히 중학교 교사나 고등학교 생물교사의 낮은 이해율에 문제의 심각성이 있다. 이런 교사들에게서 배우는 학생들은 유전 현상을 유의미하게 학

습하기 보다는 단순한 암기로 그쳐버릴 수 밖에 없을 것이다.

V. 결론 및 제언

본 연구를 통하여 밝혀진 과학 전공 예비교사들과 현직 과학교사들의 염색체 행동에 관한 개념의 이해 정도는 다음과 같다.

첫째, 과학전공 예비교사들과 현직 과학교사들은 염색체 행동에 관해 잘 이해하지 못하였다.

1) 예비교사와 현직교사 각각 약 15%가 세포분열 중인 세포의 염색체 그림을 보고서 염색체 수를 정확히 이해하지 못하고, 이 세포의 딸세포가 가질 염색체 수를 정확히 이해하지 못했다.

2) 예비교사의 70%, 현직교사의 80%는 상동염색체를 단지 모양과 크기가 같은 염색체로만 이해하고 있고 약 30%는 염색체 그림을 보고서 상동염색체를 짝짓지 못했다.

3) 예비교사의 70%, 교사의 30%는 대립유전자에 대해 이해를 못하는 것으로 나타났고 염색체상에 대립유전자를 제대로 표기하지 못했다.

둘째, 전공에 따른 개념발달의 비교에서는 전체 개념에 대해 비생물계열보다 생물계열의 학생들이 더 잘 이해하는 것으로 나타났다.

셋째, 분열 중인 세포의 염색체수에 대한 생물계열 학생과 중고교사의 인식은 90%이상의 높은 수준이나 비생물계열학생의 거의 절반 만이 옳게 인식하였다.

넷째, 분열 후의 딸세포의 염색체수에 대한 이해는 생물계열은 학년에 따라 증가하였으나 비생물계열은 거의 50%수준을 유지하였다.

다섯째, 상동염색체를 짝지을 수 있는 능력은 비생물계열 학생은 학년이 올라감에 따라 증가하였으나 생물계열의 학생들은 80% - 90%의 상위 수준으로 거의 일정하였다.

우리나라 중학교 과학 3의 생명의 연속성 단원은 세포분열, 생식과 발생, 유전의 순서로 배열되어 있다. 세포분열에서는 체세포분열의 기본 과정과 염색

체가 다루어지고, 생식과 발생에서는 체세포분열과 감수분열이 비교되어 있고, 유전에서는 멘델의 유전 법칙이 소개되어 있다. 그래서 멘델의 유전법칙을 이해하는데 세포분열이나 염색체들의 기본 개념을 적용할 수 있도록 구성되었다. 이러한 배열은 효과적이며 교사가 멘델의 유전법칙을 가르치면서 앞에서 배운 세포분열과 염색체의 행동에 대한 내용을 연관 지으려고 노력한다면 유의미한 학습이 이루어질 수 있을 것이다(Smith, 1991).

반면 대학에서 배우는 일반생물학 교재(예, 존슨생물학, 1991)는 세포분열, 멘델의 유전, 염색체와 유전자의 순서로 배열되어 있어 멘델의 유전 현상을 배울 때 염색체의 행동과 연관짓기 어렵게 되어 있다.

유전 개념에 대한 이제까지의 연구들은 많은 학생들이 "유전자"와 "대립유전자", "염색체"와 "염색분체", "이배체" 그리고 "상동염색체"와 "자매염색분체"의 관계 등에 대한 개념을 정확하게 갖지 못하고 있음을 보여주었다(Smith, 1991). 또한 학생들은 염색분체의 기원이나 세포분열 과정 중에서 중요한 것이 무엇인지 모르고 있었고 이런 상태에서 계속되는 교차(crossing over)에 관한 학습은 학생들의 혼란을 가중시키는 것으로 나타났다. 이런 것은 주로 교사의 부적절한 설명과 교과서에 제시된 모호한 그림에서 기인한 것으로 나타났다.

여러 연구 결과를 기초로 세포분열, 염색체 행동, 유전과 관련된 교수 방법을 아래와 같이 제시한다.

첫째, 세포분열을 학습하기 전에 유전에 있어 세포분열의 중요성을 주지시키고 필요한 지식(염색체 정의, 관련된 용어들)의 이해정도를 파악한 후 마지막에 체세포분열과 감수분열 과정을 설명하라.

둘째, 세포분열 설명시 염색체의 복제(replication), 감수분열시 상동염색체의 짝짓기(pairing), 분리(separating) 과정에 초점을 맞추어서 시작하라.

셋째, 잘 계획한 그림(도표)을 사용하고 감수분열을 이해하기 위해 그림을 이용할 수 있도록 격려하라.

넷째, 대부분의 다른 학습 활동에서와 같이 학생들의 적극적인 참여를 유도하는 다양한 접근법을 시도하라.

1) 동료 가르치기(peer teaching)

학생들을 두 집단으로 나누어 먼저 첫번째 집단이 그 과정을 다른 집단에게 그림을 사용하여 설명하게 하고, 그 다음에는 바꾸어서 그 일을 하게 한다.

2) "인간 염색체" 활동

개인이 염색체라 생각하고 세포분열의 각 단계의 염색체 운동에 따라 한 방에서 한 줄에서 다른 줄로 옮겨 간다.

3) OHP를 사용해서 학생들이 숙제, 퀴즈, 시험에서 그려낸 그림 중 틀린 것을 보여 주어 잘못된 것을 찾도록 하여 왜 틀렸는가를 설명하도록 하고 어떻게 해야 맞겠는지를 설명해보도록 해야 한다.

4) 비유를 잘 계획해서 제공해 주어야 한다.

유사분열은 두 명의 건설자가 똑같은 집(세포)을 두 채 지으려고 한방의 설계도(염색)를 복사하여 두 명의 건축업자에게 나누어주는 과정과 유사하다. 따라서 감수분열은 복사한 두 장의 설계도를 절반으로 잘라 4명의 건설업자에게 나눠줘서 아파트의 절반만 올 짓도록 하는 것과 유사하다. 이 비유 중 어느 부분이 적절하고 어느 부분이 적절하지 않은 지를 학생들에게 토의하게 한다.

VI. 참고 문헌

박종석·조희형 (1986). 고등학생들의 유전에 대한 오인의 확인 및 유전학 지도방향. 한국과학교육학회지.

정완호·이기복 (1988). 중학교 생명의 연속성 개념 오인에 관한 연구. 한국생물교육학회지, 16(2), 1-15.

전태식·허명 (1989). 광합성과 진화에 대한 학생들의 개념과 오인에 관한 연구. 한국교원대학교 석사학위논문.

조정일, 신선옥, 이현옥, 김경주 (1991). 생물분야에서 학생들의 오개념에 관한 연구들의 분석. 과학교육연구지, 15(1), 17-34.

존슨, L.G. (1991). 존슨생물학, 생물교재편찬회역, 탐구당.

차희영 (1990). 우리나라 초·중·고등학교 학생들의 생물 분류 개념에 관한 연구. 한국교원대학교 석사학위논문.

Arnaudin, M. W. and Mintzes, J.J. (1985). Students' alternative conceptions of the human circulatory system: A cross-age study. Science Education, 69(5), 721-733.

Asubel, 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.

Brumbym, M. (1984). Misconceptions about the concept of natural selection by medical biology students. Science Education, 66(4), 493-500.

Dreyfus, A. and Jungwirth, E. (1987). The Pupil and the living cell: A taxonomy of disfuncional ideas about an abstract idea. In J. D. Novak(Ed.), Misconceptions and educational strategies in science and mathematics: Proceedings of the international seminar, Vol II. Ithaca, New York: Cornell University.

Driver, R. and Easley, J. (1978). "Pupils and paradigms: A review of literature related to concept development in adolescent science students", Studies in Science Education, 5, 61-84.

Engel, C. E. and Driver, R. (1986). A study of consistency in the use of students' conceptual frameworks across different task contexts. Science Education, 70(4), 473-496.

Engel, C. E. and Wood-Robinson, C. (1985). How secondary students interpret instances biological adaptation. Journal of Biological Education, 19(2), 125-130.

Longden, B. (1982). Genetics - are there inherent learning difficult? Journal of Biological Education, 16(2), 135-140.

Marek, E. (1986 a). Understanding and misunderstandings of biology concepts. The Science Teacher, Dec, 32-35.

Martin, J. J. and Trowbridge, J. E. (1987). Alternative frameworks in animal classification. In J. D. Novak(Ed.), Misconceptions and educational strategies in science and mathematics: Proceedings of the international seminar, Vol II. Ithaca, New York: Cornell University, 338-347.

Murray, D. L. (1983). Misconceptions of Osmosis. In J. Novak(Ed.), Proceedings of the international seminar on misconceptions in

- science and mathematics, Cornell University, 446-451.
- Sequeira, M. and Freitas, M. (1987). Children's alternative conceptions about "mold" and "copper oxide". In J. D. Novak(Ed.), Misconceptions and Educational Strategies in science and mathematics: Proceedings of the international seminar, Vol I. Ithaca, New York: Cornell University, 413-423.
- Slack, S. J. and Stewart, J. (1987). A description of student problem-solving performance on realistic genetic problems, In J. D. Novak(Ed.), Misconceptions and Educational Strategies in science and mathematics: Proceedings of the international seminar, Vol II. Ithaca, New York: Cornell University, 452-460.
- Smith, E. L. and Anderson, C. W. (1984). Plants as procedures: A case study of elementary science teaching. Journal of Research in Science Teaching, 21(7), 685-698.
- Smith, M. L. (1991). Teaching cell division: Student difficulties and teaching recommendation. ICST, 28-33. 581-597.
- Stewart, J. (1982). Difficulties Experienced by High School Students When Learning Basic Mendelian Genetics. The American Biology Teacher, 44(2), 80-84.
- Stewart, J. (1983). Difficulties in genetic problem solving in high school genetics. Science Education, 67(4), 523-540.
- Tolman, R. R. (1982). Difficulties in genetic problem solving. The American Biology Teacher, 40(9), 525-527.
- Treagust, D. F. and Halsam, F. (1986). Evaluating secondary student's misconceptions of photosynthesis and respiration in plants and using a two-tier diagnostic instrument. A Paper National Association for Research in Science Teaching, San Francisco, California.
- Wandersee, J. H. (1988). Can the history of science help science educators anticipate students' misconceptions? Journal of Research in Science Teaching, 23(7),
- Wood-Robinson, C. and Clough, E. E. (1985). Children's understanding of inheritance. Journal of Biological Education, 19(4), 304-310.

(ABSTRACT)

A Study on the College Science Students' and Science Teachers' Understanding of Chromosome Behavior

Cho Jung Il, Kim Kyoung Joo

(Chonnam National University)

The purpose of this study is to investigate college science students' and science teachers' understanding of chromosomal behavior in the context of cell division.

The research problems were as follows:

1. What is the level of college science students' understandings of chromosomal behaviors?
2. What is the level of science teachers' understandings of chromosomal behaviors?
3. What is the level of understanding by grade and major area?

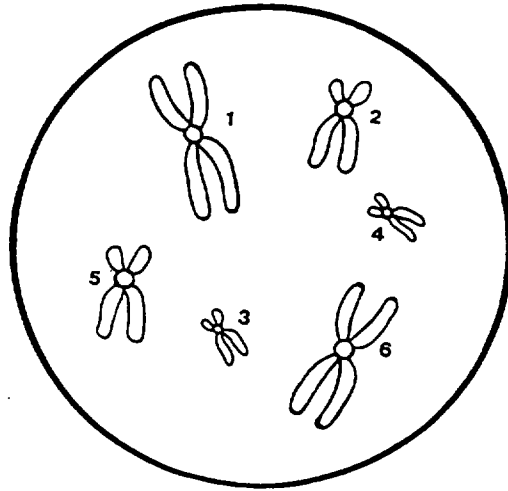
The sample consisted of 28 sophomore, 17 junior and 23 senior biology students; and 23 middle school science teachers and 14 high school biology teachers.

The instrument of the study was a short answer required paper and pencil test. The results of the study were as follows:

- 1) About 15 percent of the sample could not count the number of chromosome in a cell in appropriate.
- 2) Seventy percent of the students, and 80 percent of the teachers identified homologous chromosomes as ones with the similar shape and size, and 30 percent of the whole sample could not pair two homologous chromosomes.
- 3) About 70 percent of the students and 30 percent of the teachers could not mark corresponding allele on chromosome.
- 4) Biology major students showed higher understanding of overall chromosomal behaviors than non Biology students.

Based upon the results, some implications were made. The major one was a development of a teaching model in which students can improve the ability to connect chromosome theory to mendelian genetics.

[부록]



<분열중인 세포의 염색체>

분열 중인 어떤 세포를 현미경으로 관찰해보니 위의 그림과 같이 보였다. 아래 질문에 답하시오.

- 1) 이 세포의 염색체 수는 (개)
- 2) 이 세포가 체세포 분열 중이라면 딸세포는 몇 개의 염색체를 갖게 될까? (개)
- 3) 상동 염색체란? _____
 위의 그림에서 상동 염색체를 기호로 표시해 보세요. _____
- 4) 대립 유전자란? _____

1번 염색체 상에 한 유전자(A)가 이와 같이 위치한다면 이의 대립유전자를 아래 그림에 표시해 보세요

