

Piaget 사고유형에 의한 4·6학년의 자연과 내용분석

김 현 재
인천 교육대학 교수

이 철 이
인천 서립국민학교 교사

채 규 준
부천 약대국민학교 교사

(1986년 11월 27일 받음)

I. 서 론

A. 연구의 필요성

Piaget의 지적 발달 이론(Singer & Revenson, 1978)에 의하면 가역성이 획득되고 보존 문제를 해결할 수 있으며 구체적인 문제를 논리적으로 해결할 수 있는 구체적 사고 단계는 7~8세경부터 시작하여 11~12세경에 평형상태를 이루며, 모든 가역성을 생각해 낼 수 있고 가설을 세우고 그것을 토대로 해서 연역적 논리를 자유 자재로 쓸 수 있는 형식 조작적 단계는 11~12세경에 시작해서 15~16세경이면 평형상태를 이룬다고 하였다.

우리나라 국민학교 아동들은 7~12세에 속하므로 피아제의 지적 발달의 이론에 의하면 구체 조작적 사고수준과 형식 조작적 사고수준 단계로 넘어가는 과도기에 속한다고 할 수 있다.

이러한 단계에 속하는 아동들이 배우고 있는 현행 자연과 교육과정은 아동이 구체적으로 체험할 수 있는 내용을 선정하여 어린이들의 지적 발달 수준에 맞도록 배열(문교부, 1983, p.7)하였으므로 대상 아동

들의 학습능력에 적절한 내용이라고 할 수 있겠다. 그러나 만일 자연과의 내용이 대상 아동들의 학습능력에 부적절하다면 그 교육과정은 효과적인 실효를 거둘 수 없을 것이며, 중·고교 과학교육에도 큰 영향을 주게 될 것이다.

따라서 보다 효과적인 실효를 거두기 위한 교육과정을 구성하기 위해서는 교과 내용과 대상 아동의 사고수준 관계를 알아보기 위한 연구가 필요하다고 본다.

국민학교 5학년을 대상으로 피아제의 사고 유형에 의한 자연과 내용을 분석 연구한 결과(김현재, 김현근, 1985)와 중·고등학교 학생을 대상으로 피아제의 지적 발달 단계 이론을 적용하여 과학교과 내용을 분석한 연구결과(한중하, 1978)·(이원석, 이상은, 1979)에 의하면 대상 학생들의 사고수준과 교과내용수준과는 차이가 있는 것으로 나타났다.

이러한 연구 결과는 국민학교 5학년뿐 아니라 다른 학년에서도 아동의 사고 수준과 자연과 내용 수준과는 차이가 있을 수 있음을 시사해 주고 있다.

특히 6학년은 선행 연구 대상의 중간 위치에 있기 때문에 아동의 사고수준과 자연과 내용수준을 분석하

여 그 차이점 여부를 규명하고자 한다.

B. 연구의 목적

본 연구는 피아제의 사고 유형에 의하여 자연과 내용을 분석하여 아동에게 적용시켜서 이들의 발달 단계는 어느 수준 단계에 있으며, 현행 자연교과서의 내용은 아동에게 적합한가를 밝혀 보고자 한다. 더 구체적으로 기술하면 다음과 같다.

첫째, 4·6학년 자연과 교과서 내용수준 규명.

둘째, 대상 아동의 지적 발달 수준 규명.

셋째, 피아제 실험 도구와 성취도 검사 점수와의 관계 분석.

넷째, 피아제 검사 도구의 임상적 접근과 집단적 접근과의 차이점 규명.

C. 연구의 제한점

본 연구를 추진함에 있어서 아래와 같이 두 가지로 제한을 하였다.

첫째, 연구 대상 지역은 인천과 부천지역에 한정했으며, 대상 학교는 인천 서림국민학교와 부천 약대국민학교로 한정했다.

둘째, 4·6학년 자연과 내용에서의 주요 개념 추출 및 내용 분석에 대하여 객관적인 타당성을 적용하지 못했다.

II. 이론적 배경

본 연구는 한중하(1977)의 연구 방법을 바탕으로 국민학교(4·6학년)에 적용한 연구이므로 그의 이론적 배경을 많이 사용하였음을 밝혀둔다.

A. Piaget의 사고 유형

Piaget가 말하는 구체적 조작은 사물 현상에 관한 사고와 취급이 구체적이다. 이 단계에 있는 아동들의 구체적 사상과 사건이 직접적으로 존재할 때에만 논리적 구조화와 조작적 활동을 할 수 있다(Wadsworth, 1979).

형식적 조작기의 아동들은 구체적 대상이 없

라도 논리적 추리를 할 수 있으며, 논리적 필요를 인식하여 추리할 수 있고 실험 상황에서 변인 통제 및 분리를 할 수 있다.

한편 Inhelder와 Piaget(1958)는 형식적 사고는 부피보존, 조합논리, 비례 확률논리, 명제 및 가설 연역적 논리 등과 같은 논리적 사고 유형에 의해 특징지어진다고 하였다. 이러한 사고 유형을 제시하면 다음과 같다.

1. 부피보존

부피보존(Conservation of Volume)은 액체량의 불변이라고 할 수 있다. 물을 담은 용기의 형태가 다르더라도, 또한 같은 용기지만 놓는 위치를 다르게 놓더라도 수면의 형태는 변함이 없다는 것이다. 이러한 보존조작은 구조화된 지식에 의하는 기초적인 인지 능력이며 또한 보존적 사고는 에너지 보존, 질량, 운동량의 보존 등과 같은 과학 개념의 기초적인 원리가 된다.

2. 비례

비례(Proportionality or Ratio)는 두개의 비율이 동등하다는 재인식을 포함한다. 비례 조작은 양적인 관계를 알아보는 실험에서 중요한 역할을 한다. 대부분의 과학 개념은 비례적 사고와 관련을 갖고 있다. 이러한 사고는 정량 및 정성적인 관찰에서뿐 아니라 하나의 조합 체계에서 두 가지의 서로 다른 물체의 상황을 관찰할 수 있게 한다. 여기에서의 비례 조작은 Inhelder와 Piaget(1958)가 사용한 천평의 균형이다. Karplus와 Peterson(1970)에 의해서 개발된 비례검사에 의하여 알아볼 수 있다.

3. 확률 논리

확률(Probabilistic Logic)을 통해서 어떤 사건이나 상황에서 일어날 수 있는 가장 높은 가능성을 알아볼 수 있다. 아동의 확률적 사고를 알아보기 위해서는 일련의 요소들로부터의 조작적 순열이나 조합을 통해서 가능하다.

이 확률 조작은 Gray(1976)의 논리검사에 의하여 알아볼 수 있다.

4. 조합 논리

조합논리(Combinational Logic)는 두가지 요소 P

와 Q 사이의 관계를 다루는 두 요소로 이루어진 체계를 뜻한다. 즉 하나의 명제 P에 관해서는 그것이 참이나 거짓이냐를 생각하면 되지만 명제가 두개 이상이 되는 (P, Q)와 그들 관계에 대해서는 여러가지 조합을 만들 수 있다. 기본적인 것으로 (P, Q), (P, Q) (P̄, Q), (P̄, Q̄)의 네가지를 생각할 수 있다.

조합논리는 기초적인 정신 능력뿐 아니라 문제 해결력을 신장시킬 수 있다고 Piaget(1969)는 말하고 있다.

이 조합논리는 Inhelder와 Piaget(1958)가 사용한 무색 액체의 조합 문제나 Gray(1976)의 지필 검사에 의해 알 수 있다.

5. 변인통제

변인통제(Controlling and Isolating Variables)란 실험하에서 하나의 변인에 대한 결과를 알아보기 위해 다른 모든 요인을 일정하게 유지하는 것이다.

변인통제의 조작은 Inhelder와 Piaget(1958)에 의해 만들어진 '변인의 분리'에 의해서 알아볼 수 있다.

6. 명제적(가설-연역적) 논리

명제적 논리 조작(Propositional Reasoning or Hypothetico-Deductive Logic)을 하는 아동은 구체적 인 상황이나 실험을 필요로 하지 않는다. 여기서는 '조합적 체계'를 전제하고 있으며, 그 체계는 구체적 인 내용 관계를 단순히 조직한 것과는 질적으로 다른 방법에 의한다.

명제논리는 경험적 증명의 테두리를 넘어서 새로운 종류의 불변성을 이론적 사고에 의해서 발견할 수 있다는 것이다. Piaget(1970)에 의하면 형식조작적 사고수준에 도달한 아동들은 가설 연역적인 조작을 할 수 있다고 했다.

이러한 조작은 Inhelder와 Piaget(1958)의 진자의 운동 실험이나 Karplus와 Peterson(1971)에 의해 개발된 'Island Puzzle', 또는 Gray(1976)의 'How's Your Logic Test'에 의해서 알아볼 수 있다.

B. 선행 연구 고찰

1. 피아제의 지적 발달 단계 이론에 따른 실험 연구

우리나라에서는 아동을 대상으로 한 형식 조작적

사고 수준을 알아보기 위한 연구는 거의 없는 편이나 논리 검사는 활발하다고 볼 수 있다.

아동의 논리성 연구를 보면 김현재(1983, pp. 26-37)는 Raven의 7가지 논리적 조작 검사를 사용하여 아동에게 적용하였는데 그 결과 비례 논리에서 5학년 아동은 82%, 6학년 73%, 논리적 증식에서는 5학년 79%, 6학년 85%의 성취를 나타내고 있다. 또한 김병업(1976, p. 17)은 5학년 아동을 대상으로 부피보존과 무게보존을 실험한 결과 부피보존은 57%, 무게보존은 55%의 아동이 형성을 보이고 있는 것으로 나타났다.

아동의 확률개념 형성에 있어서는 허만동(1975, pp. 59-65)은 국민학교 아동 2~6학년을 대상으로 실험한 결과, 3·4학년과 5·6학년간의 형성 차이가 큰 것으로 나타났다. 즉 4학년 아동은 낮은 성취를 보이는데 반해 5·6학년은 50% 정도의 아동이 확률개념을 형성하고 있어 피아제의 사고 발달 단계로 보면 형식 조작적 사고 수준 초기에 있음을 뒷받침해 주고 있다.

중학교 2학년을 대상으로 무게, 부피, 비례, 확률, 조합, 변인통제, 논리검사, 비례검사를 연구한 한중하(1978)의 연구결과에 의하면 78%의 학생들이 구체 조작적 사고 수준에 그치고 있어 Piaget의 지적 발달 모형과는 차이가 있다.

국민학교 5학년을 대상으로 한 김현재(1985, pp. 3-26)의 연구에 의하면 95%의 아동이 구체적 사고기에 머물고 있고, 형식적 사고기에 이른 아동은 5%에 불과하다고 했다. 즉 Piaget의 지적 발달 이론상 구체 조작기에서 형식 조작 단계로 넘어가는 과도기에 있는 것으로 나타났다.

2. Piaget의 사고 유형에 의한 과학 교육내용 분석 연구

한 중하(1978)는 중학교 2학년의 과학 교육 내용을 분석하는 데 있어 보존, 비례, 확률, 조합, 변인조절, 명제추론 및 가설-연역적 논리와 같은 주요 과학 개념이 형식조작적 사고 유형과 하나 이상 관련되면 추상수준의 개념으로 분류했고 이와 관련되지 않은 것은 구체수준의 개념으로 분류했다.

김현재(1985)도 국민학교 5학년 자연과 교육내용 분석에서 한중하의 방법을 이용했다.

이원식, 이상은(1979)은 고등학교 화학교과서를

구체 조작의 초급단계, 구체 조작의 고급, 형식적 조작의 초급, 형식적 조작의 고급 단계로 분석했다.

Ⅲ. 연구 내용 및 방법

A. 연구 내용

1. 연구문제

본 연구에서는 Piaget의 사고 유형에 의하여 자연과 내용을 분석하는 데 있어 한중하와 이원식의 분류 체계에 따라 분석하여 아래와 같은 문제를 해결하고자 한다.

- (1) 국민학교 4·6학년 자연과 교과서에서 다루고 있는 내용은 구체수준인가? 추상수준인가?
- (2) 4개의 Piagetian Task와 2개의 Piagetian Style Written Test에 의해 나타난 아동의 지적 발달 수준은 어느 수준인가?
- (3) 아동의 지적 발달 수준과 성취도 검사 점수 사이의 관계는 어떠한가?
- (4) 피아제 실험도구의 임상적 접근방식과 집단적 접근방식과의 차이는 어떠한가?

2. 용어의 정의

본 연구를 수행하기에 앞서 이 연구에서 사용하는 몇가지 개념을 정의(한중하, 1978, p.6)하면 다음과 같다.

(1) 구체수준의 목표

일차적 체험에 의해 쉽게 판별, 인지할 수 있는 내용을 의미한다.

예를 들면 간단한 분류개념이나 물체의 상태 등이 구체 수준의 개념에 속한다.

이러한 개념을 이해하거나 식별, 분류하게 하는 목표는 구체 목표라고 할 수 있다.

(2) 추상수준의 목표

일차적 체험이나 관찰 내용과는 달리 추리, 연산 등의 형식 조작을 통해 얻어낸 추상개념을 내포하고 있는 목표를 말한다. 기압, 분자 등의 개념이 이에 속한다.

(3) 목표 성취도

목표 성취도는 Bloom의 교육목표 분류 중 지식, 이해, 적용의 분류 수준에 따라 작성한 검사 문항의 정

답을 알아내는 능력을 말한다.

B. 연구 방법

1. 연구절차

Piaget의 사고 유형에 의한 자연과 내용을 분석하기 위하여,

- (1) 주요 과학 개념을 4·6학년 자연과 교과서와 교사용 지도서를 통해 추출하여 이의 교육 목표화 및 수준을 분석하였다.
- (2) 교육 목표를 기초로 목표 성취도 검사 문항을 구성하였다.
- (3) 아동의 지적 발달 수준을 Piagetian Task와 Written Test에 의해 결정하였다.
- (4) 교육목표 성취도 검사 및 개념의 수준과 아동의 지적 발달 수준의 관계를 규명하였다.

2. 대상 및 기간

(1) 연구대상

학 교 명	학 년	인 원			연령 분포	비 고
		남	녀	계		
인천서림국교	6	58명	48명	106	11.9~13.2세 (평균 12.5세)	1986. 2. 10 현재 6학년 아동
부천약대국교	4	65명	57명	122	10.4~12.3세 (평균 10.9세)	1986. 7. 2 현재 5학년 아동

(2) 연구 기간

1985년 10월~1986년 9월

3. 자료 수집

Piaget의 실험 도구에 의한 자료 수집은 인천교육대학 Piaget 응용 연구회원의 도움을 받았다.

각각의 실험은 면담자와 아동과의 대화를 통하여 이뤄졌으며, 판정은 아동의 답변 및 실험 조작 능력을 보고 판정 기준에 근거하여 판정한 후 그들의 지적 발달 수준을 알아보았다.

C. 실험 및 검사 도구

1. Piaget 실험 도구의 사용법 및 판정 기준

본 연구에 사용한 임상적 도구는 무게보존, 부피보존, 변인통제 및 분리, 천평의 균형 실험이며, 집단용

대상으로 하는 지필 검사는 비례, 논리 검사이다.

(1) 무게 보존

물이 든 유리컵, 알루미늄박 5×5cm 2개, 3×3cm 1개, 6×6cm 1개를 준비한다.

(가) 실험대상 아동에게 각각의 알루미늄박을 제시한 후 같은 크기의 알루미늄박은 무게가 같고, 크기가 작을수록 무게가 작음을 확인시킨다.

(나) 실험대상 아동에게 알루미늄박 4개 중 1개를 고르게 한 후, 고른 것을 가능한 한 작게 접어 보게 한다. 그런 다음 접은 알루미늄박과 무게가 같은 것을 나머지 3개의 알루미늄박에서 찾아 보게 한다.

(다) 아동이 '이것이다' 또는 '없다' 등과 같이 대답하면 그 이유를 묻는다.

(라) 아동이 '이것이다'라고 선택한 경우 아동이 선택한 알루미늄박의 양 모서리를 접는다. 또한 아동이 '없다'라고 한 경우에는 아동에게 임의로 하나를 선택하게 한 후 알루미늄박의 양 모서리를 접는다.

(마) (나)에서 작게 접은 알루미늄박은 공중에서 떨어뜨리고 (라)에서 모서리를 접은 알루미늄박은 물이 든 유리컵에 넣는다. 유리컵 바닥에 알루미늄박이 가라앉은 후 실험 대상 아동에게 어느 것이 무거운지, 가벼운지, 같은지를 묻는다. 아동이 답하면 그 이유를 묻는다.

위의 모든 질문에 옳게 대답하고 올바르게 이유를 대답한 아동은 구체 조작 후기 단계(Ⅱb)에 속하며, 그렇지 않은 아동은 구체 조작 초기(Ⅱa)에 속한다.

(2) 부피 보존

물이 총 정도 든 메스실린더, 고무밴드, 20cm 정도의 끈으로 연결된 고무마개 1개를 준비한다.

(가) 물이 총 정도 든 메스실린더를 아동에게 보여 주며, 아동에게 고무밴드를 사용하여 물의 높이를 표시하게 한다. 그런 다음 고무마개를 메스실린더에 넣으면 물의 높이는 어떻게 될까? 하고 묻는다. 아동이 답하면 그 이유를 묻는다.

(나) 메스실린더에 들어 있는 물의 상부에 고무마개를 집어 넣은 다음 아동에게 변화된 물의 높이를 고무밴드로 표시하게 한다. 그런 다음 고무마개를 꺼내고 아동에게 묻는다. "만약 고무마개를 메스실린더의 중간에 넣는다면 물의 높이는 어떻게 될까?"하고 묻고 아동이 답하면 그 이유를 묻는다.

또 "고무마개를 실린더의 바닥까지 넣는다면 물의 높이는 어떻게 될까?"하고 묻고 아동이 답하면 그

이유를 묻는다.

(다) (나)의 활동이 끝난 후 "만약 고무마개를 콩알 크기만큼 작게 조각어 이를 모두 물이 든 메스실린더 속에 넣으면 물의 높이는 어떻게 될까?"하고 묻고 아동이 답하면 그 이유를 묻는다.

위의 모든 질문에 대하여 올바르게 답하고 이유가 맞으면 형식 조작 초기 단계(Ⅲa)에 속하며, (나)와 (다)의 질문에 올바르게 답하고 그 이유에 대한 설명이 둘 중 하나만 맞을 경우에는 구체 조작 초기 단계(Ⅱa)에 속한다.

(3) 변인 분리

변인 분리 장치(가는 원형, 낫쇠 및 철막대, 보통 굵기의 원형 철막대 및 낫쇠 막대, 굵은 사각형 낫쇠 막대, 매우 굵은 사각형 철막대), 추 50g, 100g, 250g을 준비한다.

(가) 아동에게 금속막대의 명칭, 굵기, 모양 등을 관찰하게 한 후 이를 설명해 주고 추의 무게가 서로 다를 것을 보여준다. 또한 금속막대의 끝에다 추를 매달았을 때 금속막대의 휘어짐의 정도 및 길이를 조절하는 법을 알아보게 한다.

(나) 금속막대들 중 어느 것이 잘 휘어지고 어느 것이 휘어지지 않는가를 알아보고끔 아동에게 실험하게 한다.

(다) 아동의 실험이 끝난 후 면담자는 아동에게 금속막대의 휘어짐을 결정하는 것에는 어느 것이 있는지 말하게 한다.

(라) 아동이 답하면 아동이 답한 요인을 실험을 통해서 증명해 보라고 한다.

위의 실험에서 휘어짐을 결정하는 요인을 단지 굵은 것과 가는 것, 긴 것과 짧은 것, 네모난 것과 둥근 것 따위로 분류하는 아동은 Ⅱa에 속하며, 논리적 방법을 사용하여 「굵고 긴 것의 휘어짐은 가늘고 짧은 것의 휘어짐과 같다」와 같은 사고를 하여 분류하는 아동은 Ⅱb에 속한다. 또한 무게(혹은 다른 변인을 일정하게 하여 재료, 길이, 모양, 굵기에 따라 증명하는 아동은 Ⅲa에 속하며, 모든 변인(무게, 길이, 모양, 재료, 굵기)을 확인할 수 있고 이 모든 요인 중 한 가지 요인을 알아 보기 위하여 다른 요인을 일정하게 하고 조작적으로 실험하는 아동은 형식 조작 후기(Ⅲb)에 속한다.

(4) 천칭의 균형

천칭자, 추 10g, 5g, 3g을 준비한다.

(가) 천칭자에 대해 설명한 후 중심점으로부터 좌측의 2번째 눈금에 10g의 추를 매달 후 아동에게 천칭이 균형을 이루기 위해서는 반대쪽의 어디에 10g의 추를 달아야 하는지 묻는다.

(나) 5g의 추를 매달 위치를 정해 주고 5g의 추 2개와 10g의 추 1개를 사용하여 천칭을 균형되게 만들어 보게 한다. 아동이 행하면 그 이유를 묻는다. 이때 면담자는 아동이 어느 한쪽에 추를 매달면, 반대쪽의 천칭자를 잡아주어 서로 균형을 이루게 한 후, 아동이 나머지쪽에 추를 매달면 손을 놓고 균형을 확인시킨다.

(다) 5g의 추 1개와 10g의 추 1개를 제시한 후 5g의 추를 매달 위치를 정해 주고 이것과 균형을 유지하기 위해서는 10g의 추를 어디에 매달아야 하는지를 묻고 아동이 답하면 그 이유를 묻은 뒤 실험하게 한다.

(라) (다)에서 위치가 맞고 설명이 타당한 아동에 한해서 5g의 추 1개와 3g의 추 1개를 제시하고, 중심점에서 4눈금의 위치에 있는 10g의 추와 균형을 유지하기 위해서는 이 두개의 추를 어디에 매달아야 하는지를 묻는다. 아동이 답하면 그 이유를 묻는다.

위의 실험에서 5g의 추는 10g의 추보다 5g 가볍기 때문에 5눈금 이동하여 균형을 이루게끔 하는 아동, 즉 10g과 5g의 비례 관계가 아닌 무게의 차이를 이용하는 아동은 IIa에 속하며, 「무거울수록 중심에 가깝게」와 같은 원리를 이해하고 있으나, 설명이나 대답을 체계적으로 하지 못하는 아동은 IIb에 속한다.

(다)까지의 질문에 올바르게 답하고 설명한 아동은 IIIa에 속하며 (라)까지의 질문에 대해서 올바르게 답하고 설명한 아동은 IIIb에 속한다.

(5) 비례

이것은 Karplus Peterson(1970)이 사용한 검사로서 임상적 방법이 아닌 집단울 상대로 한 지필검사 문제이다.

이 문항에서 직관적인 계산이나 직관적인 비례 관계를 고려한 아동은 IIa에 속하며, 가법적인 비례를 이용한 아동은 IIb에 속한다. 또한 비례 관계를 사용하거나 비례를 적용한 아동은 IIIa에 속하며, 비례공식을 사용한 아동으로 답이 맞을 경우 IIIb에 속한다.

(6) 논리 검사

이 검사는 BSCS 및 Gray에 의하여 개발되었다.

Gray는 여기서의 모든 문항은 Piaget의 이론을 근거로 하여 작성하였다고 하고 있다. 이 검사는 13개의 문항으로 되어 있으며, 모든 답은 답안지에 쓰게 되어 있다. 각각의 문항은 인지 발달과 관계되는데 1번 문항은 IIa, 4번 문항은 IIb, 2, 3, 7, 8, 11번 문항은 IIIa, 5, 6, 12, 13번 문항은 IIIb와 관계된다.

이 논리검사에서 1번 문항에 올바르게 답했거나 그의 다른 문항에 대한 답과 설명이 틀린 아동은 IIa에 속하며, 4번 문항을 맞추고 다른 문항이 틀린 경우 IIb에 속한다. 4번 문항은 맞추었다라도 1번 문항을 틀린 경우에는 IIa에 속한다.

또한 2, 3, 7, 8, 11번 문항에 대해 올바르게 답하고 설명한 경우는 IIIa에 속하나 이 중 2~3개의 문항이 틀린 경우는 IIb에 속한다. 모든 문항을 맞춘 경우는 IIIb에 속하나 2, 3, 7, 8, 11번 문항 또는 5, 6, 12, 13번 문항 중 한 개 혹은 두 개 틀린 경우는 IIIa에 속한다.

6개의 Piaget의 실험도구는 그 수준에 따라 각기 구체 조작 초기(IIa), 구체 조작 후기(IIb), 형식 조작 초기(IIIa), 형식 조작 후기(IIIb)로 나누었다. 이는 질문에 대한 반응에 의하여 4단계로 나눈 것이며, 각 단계는 1점~4점으로 점수화되었다. 즉, IIa는 1점, IIb는 2점, IIIa는 3점, IIIb는 4점으로 나타내었다.

2. 목표 성취도 검사

성취도 검사 문항은 문체은행 자료집(인천직할시, 1984)에서 출제한 문제를 참고로 하여 본 연구자에 의하여 작성되었다.

성취도 검사 문항을 작성하기 전에 자연과 내용을 분석하여 각각 62개씩의 주요 개념을 추출하였고, 이 주요 개념을 가지고 Piaget의 사고 유형에 의하여 구체 초기, 구체 후기, 형식 초기, 형식 후기 수준의 4단계로 분석하였고, 이를 또한 구체 및 추상수준으로 재 분류하였다. 이 중 4학년 32개, 6학년 40개를 재 추출하여 Bloom의 교육목표 분류에 의거, 교육목표화했으며, 이를 토대로 목표 성취도 검사 문항을 작성했다. 목표성취도 검사문항 중 4학년 29개, 6학년 28개는 구체수준이며, 4학년 3개, 6학년 12개는 추상수준이었다. 4·6학년 각각 62개의 주요개념 중 4학년 32개, 6학년 40개만을 추출하여 성취도 검사 문항을 만든 이유는 아동들로부터 보다 정확한 자료값을 얻기 위해서이다.

다시 말해 아동에게 너무 많은 문항을 제시하면 아

동들이 싫증을 느끼고 포기할지도 모르기 때문이다.

본 성취도 검사 문항의 신뢰도는 Spearman Brown의 각 문항에 대한 정·오답 비율에 의한 신뢰도 공식을 사용했다.

D. 자연과 내용 분석 방법 및 기준

4·6학년 자연과의 내용을 분석하기 위하여 교사용 지도서와 교과서를 통해서 62개의 주요 개념을 추출하였다.

각 개념은 단원 목표 및 학습 목표와 관계되는 개념 중에서 기본 개념 및 반복해서 다루어지는 개념을 본 연구자가 선정하였다. 추출된 주요 개념을 토대로 다음과 같이 2가지 방법을 가지고 자연과 내용을 분석했다.

(1) 첫째로 각 개념별로 학습자에게 어떤 조작적 사고, 형식을 요하는가를 알아보기 위해 Piaget와 Inhelder(1958)가 제시한 논리적 사고, 형식과 특징 및 미국 물리교사 협의회 교사 연수 자료에서 제시한 고교 과학에서의 추리 형태와 특징을 바탕으로 하여 분석 판정 기준을 정한 이원식, 이상운의 분석 방법을 택했다. 이들의 분석은 각 개념을 기준에 따라 구체 초기 수준, 구체 후기 수준, 형식 초기 수준, 형식 후기 수준과 같이 4단계로 나누었다. 각각의 기준을 제시하면 다음과 같다.

① 구체 조작 초기 수준 (C₁)

- 친숙한 실례나 행동에 직접 관련된 논리적 조작을 하게 할 때
- 단순한 실험(각 단계가 정확히 제시된 실험)으로써 결과를 직접 얻게 할 때

② 구체 조작 후기 수준 (C₂)

- 구체적인 상황으로부터 내용이 전개되어 구체적 실험을 하게 한 뒤 논리적으로 이와 직결되는 결론을 도출케 할 때
- 특정한 예를 많이 들어 내용을 전개하여 논리적 조작을 하게 할 때
- 구체적인 (형태를 가진) 모형을 사용하여 추상적인 내용을 전개할 때
- 추상적인 규약이나 수식을 단순히 기계적으로 적용하게 할 때
- 추리의 단계를 설명하는 데에 그림이나 도표를 사용할 때

③ 형식 조작 초기 수준 (F₁)

- 부피보존, 질량보존, 에너지보존 개념을 사용하여 형식적으로 조작하게 할 때
- 비례 개념을 사용하여 내용을 전개할 때
- 쉽게 상상할 수 있는 구체적 상황이나 개념을 도입하여 추상적인 개념을 설명할 때
- 간접 실험에 의한 데이터를 주어 해석하게 하고 결론을 도출하게 할 때
- 구체적 예시를 들어서 가설적 또는 추상적 개념을 설명할 때
- 이미 친숙한 형식적 논리 조작을 하게 할 때
- 그림이나 도표를 사용하여 가설적 또는 추상적 개념을 설명할 때

④ 형식 조작 후기 수준 (F₂)

- 명제적추리, 가설-연역적 논리를 사용하게 할 때
- 실험이나 관찰 결과를 해석하고 결론을 도출하기 위해 추상적 이론과 모델을 사용하게 할 때
- 실험 상황에서 변인 분리 조작을 하게 할 때
- 확률 개념의 사용 이론 설명
- 상징적 기호로 표시된 문자식의 추상적 개념을 이해하게 하고, 공식을 변형하여 유도하게 하며, 단위를 바꾸어서 계산하게 할 때

다음으로, 각 개념이 추상 수준의 개념인지 구체 수준의 개념인지를 알아보기 위해 Piaget의 형식 조작적 사고유형(F, O, T, P)에 의한 분류방법을 채택한 한종하(1977)의 방법을 사용했다.

여기서 사용된 F, O, T, P는 보존, 비례, 조합, 논리, 변인통제, 확률, 명제논리이며, 주요개념이 F, O, T, P와 하나 이상 관계되면 추상수준의 개념이 되며, F, O, T, P와 관계되지 않으면 구체수준의 개념으로 분류했다.

IV. 연구결과 및 해석

A. 자연과 교과내용 분석

1. 주요개념 추출 및 교육 목표화

4·6학년 자연과 교과서와 국민학교 교사용 지도서를 통해 각각 62개의 주요 개념을 추출하였고, 이 개념을 토대로 성취도 검사 문항과 관련된 4학년 32개, 6학년 40개의 개념은 Bloom의 교육목표 분류에 의거, 교육 목표화하였다.

〈표 1〉 4.6학년 자연과 내용의 주요개념 및 교육목표화

단 원	주요개념	교과서 (pp)	교육목표화				
			지식 know- ledge	이 변역 (Tr)	해 석 (In)	추론 (Ex)	적용 Appli- cation
4-1-1 빛 의 나 아 감	1. 빛은 공기 중에서 곧게 나아간다.	9	1-K				
	2. 빛은 물속에서 곧게 나아간다.	11	2-K				
	3. 빛은 같은 물질속에서는 곧게 나아간다.	11					
	4. 빛은 곧게 나아가므로 물체가 있으면 빛이 막까지 가지 못하여 그림자가 생긴다.	13			4-E		
	5. 바늘 구멍사진기에 생긴 상은 실제 경치의 위와 아래 왼쪽과 오른쪽이 반대로 보인다.	14	5-K				
	6. 바늘구멍 사진기의 상이 거꾸로 생기는 것과 크기가 변하는 것은 빛이 곧게 나아가는 성질 때문이다.	16					
	7. 거울의 방향을 바꾸면 반사되어 나아가는 빛의 방향도 달라진다.	18	7-K				
	8. 거울에 들어오는 빛과 거울 사이의 각의 크기와 반사되어 나아가는 빛과 거울 사이의 각의 크기는 같다.	20					
	9. 잠수함은 잠망경을 이용하여 물속 깊은 곳에서 바다 위에 무엇이 있는가를 볼 수 있다.	24				9-A	
	10. 두 거울 사이의 각의 크기를 작게 하면 연필의 상의 수는 많아지고, 각의 크기를 크게 하면 상의 수는 적어진다.	26					
	11. 만화경 속에 있는 물체의 상이 여러 개 나타나며 상이 만드는 무늬가 규칙적이다.	28					
	12. 빛은 공기중에서 곧게 나아가다가 물속으로 들어갈 때 그 경계면(수면)에서 꺾여 나아간다.	30		12-T			

	13. 물속에서 나아가는 빛과 경계면이 이루는 각의 크기는 공기 중에서 나아가는 빛과 경계면이 이루는 각의 크기보다 크다.	34					
	14. 빛을 모으려면 볼록렌즈를 사용해야 한다.	34					
	15. 볼록렌즈를 물체에 가까이 하고 들여다보았을 때에는 크기보다 크게 보이지만 오목렌즈로 보았을 때에는 작게 보인다.	36					15-I
	16. 햇빛이 프리즘을 통과하면 여러색의 빛으로 갈라져 색의 띠가 나타난다.	38					16-A
4-1-2	17. 우물쭈문은 빛뿔이 땅속에 스며들어 낀 것이다.	46					
	18. 물의 흐름이 빠를 것은 자갈이 많고, 물의 흐름이 느릴수록 모래가 많다.	51				18-K	
	19. 곧게 흐르는 물에서는 가장 자리보다도 가운데를 흐르는 물이 더 빨리 흐른다.	54					
	20. 굴이쳐 흐르는 물속에서는 안쪽보다 바깥쪽의 물이 더 빨리 흐른다.	55				20-T	
	21. 바닷가에서 바닷물을 증발시켜 소금을 얻어낸다.	64					21-I
	22. 파도의 작용에 의하여 바위와 언덕이 부서지거나 깎여 내림으로써 바닷가의 모양이 변한다.	67					
	23. 바닷가 쪽으로 밀려오는 바닷물을 밀물이라 하고, 빠져나가는 물을 썰물이라고 한다.	67					
	24. 남서쪽의 비교적 따뜻한 바닷물은 동해안과 서해안을 따라 북쪽으로 이동하며, 북동쪽의 비교적 찬물은 동해안을 따라 남쪽으로 이동한다.	75					
4-1-3	25. 플라나리아는 몸의 길이와 굵기를 변화시켜 운동한다.	75					

60. 태양 에너지는 녹색 식물의 잎, 줄기, 꽃, 열매, 뿌리 등에 다른 에너지 형태로 저장된다.	105				
61. 생물이 살아가는데 필요한 에너지나 자동차 기차등을 움직이는데 필요한 에너지는 태양으로부터 온 것 것이다.	107			39-E	
62. 석탄과 석유와 같은 에너지 자원은 언젠가는 다 쓰고 고갈된다.	109			40-E	

〈표 1〉은 추출된 주요 개념 및 교육 목표화를 나타내고 있다.

추출된 주요 개념은 4학년 1학기 1단원에서는 16개, 2단원 4개, 3단원 7개, 4단원 4개로 총 31개며, 2학기 1단원은 4개, 2단원 7개, 3단원 11개, 4단원 9개로 총 31개로 했다.

또한 6학년은 1학기 1단원에서는 8개, 2단원 8개, 3단원 5개, 4단원 13개, 총 34개이며, 2학기 1단원은 6개, 2단원은 8개, 3단원 8개, 4단원 6개 총 28개로 했다.

일반적으로 과학 개념을 아동에게 적용시킬 때에는 교육 목표를 다양하게 적용할 수 있다. 즉, 한가지의 개념에서도 여러가지 면으로 아동들에게 기대되는 행동을 고려할 수 있는 것이다. 그러나 본 연구의 목표 분류에서는 문항수를 최소화하고 중복을 피하기 위하여 한가지 개념에서 하나의 기대되는 행동을 고려했다.

2. 자연과 내용 분석

추출된 주요 개념을 토대로 자연과 내용을 Piaget의 사고 유형에 의해서 분석하기 위해 우선 Piaget와 Inhelder가 제시한 논리적인 형식의 특징 및 미국 물리교사 협회의 교사 연수자료를 토대로 판정기준을 마련한 이원식의 분류기준에 의거, 주요개념을 구체초기수준(C₁) 구체후기수준(C₂), 형식초기수준(F₁)과 형식후기 수준(F₂)의 4단계로 구분하였으며, F.O.T.P에 의한, 즉 보존 비례, 확률, 조합 변인 통제, 명제 및 가설 연역적 논리와와의 관계 여부에 의하여 주요 개념을 구체수준 및 추상수준의 개념으로 분류했다. 이들의 분류는 〈표 2〉에서 제시하고 있다.

〈표 2〉 Piaget의 사고유형에 의한 자연과 내용 분석표

주요 개념	교과 내용 수준				판정 이유	F. O. T. P					수준		
	C ₁	C ₂	F ₁	F ₂		보존	조합	변인	비례	확률	명제	구체	추상
4-1-1-1		○			구체적 실험 → 직결되는 결론 도출							○	
2	○				단순실험 → 결과 도출							○	
3	○				"							○	
4	○				"							○	
5	○				"							○	
6			○		간접실험 → 결과 도출						○		○
7	○				단순실험 → 결과 도출							○	
8		○			구체적 실험 → 직결되는 결론 도출							○	
9		○			"							○	
10	○				단순실험 → 결과 도출							○	
11		○			구체적 실험 → 논리적으로 직결되는 결론							○	
12		○			"							○	
13		○			"							○	
14		○			"							○	
15	○				단순실험 → 결과 도출							○	
16	○				"							○	
4-1-2-17		○			특정 → 논리적 조작							○	
18		○			구체적인 그림 → 논리적 조작							○	
19		○			구체실험 → 직결되는 결론 도출							○	
20		○			"							○	
4-1-3-21		○			추상적 규약 → 기계적 적용							○	

22		○	구체 그림 → 논리적 조작							○	
23		○	추상적 개념 → 기계적 적용							○	
24		○	그림 사용 → 추상적 개념 설명						○		○
25		○	구체적 실험 → 직결되는 결론 도출							○	
26		○	"							○	
27	○		"							○	
4-1-4-28		○	"							○	
29		○	구체적 실험 → 결론 도출							○	
30		○	구체적 실험 → 결론 도출							○	
31	○		단순 실험 → 결론 도출							○	
4-2-1-32		○	추상적 개념 → 기계적인 적용							○	
33		○	구체 실험 → 결과 도출							○	
34	○		단순 실험 → 결론 도출							○	
35		○	구체적 실험 → 결론 도출							○	
4-2-2-36		○	추상적 규약 → 기계적 적용							○	
37	○		단순 실험 → 결론 도출							○	
38	○		"							○	
39		○	추상적 규약 → 기계적 적용							○	
40		○	"							○	
41		○	"							○	
42		○	구체적 모형 → 추상적 적용							○	
4-2-3-43	○		단순 실험 → 결과 도출							○	
44		○	간접 실험 → 결론 도출						○		○
45		○	구체적 실험 → 결론 도출							○	
46		○	"							○	
47		○	간접 실험 → 결론 도출						○		○
48		○	"						○		○
49		○	"						○		○
50		○	"						○		○
51		○	구체 실험 → 결론 도출							○	
52		○	"							○	
53		○	"							○	
4-2-4-54		○	추상적 규약 → 기계적 암기							○	
55		○	"							○	
56		○	"							○	
57		○	그림 사용 → 추상적 개념 설명						○		○
58		○	구체적 실험 → 결론 도출							○	
59		○	"							○	
60		○	"							○	
61		○	추상적 규약 → 기계적 암기							○	
62		○	특이한 예 → 논리적 조작							○	
6-1-1-1		○	간접 실험 → 결과 도출						○		○
2		○	구체적 예시 → 추상적 개념 설명						○		○
3		○	그림 사용, 추상적 이론 설명						○		○
4		○	특정 예 구체적 실험 → 직결되는 결론							○	
5		○	"							○	
6		○	그림 사용, 추상적 이론 설명						○		○
7		○	구체적 예시, 그림 사용, 추상적 개념 설명						○		○
8		○	상상가능한 구체적 상황 → 추상 개념 설명						○		○
6-1-2-9		○	추상적 규약 → 기계적 적용							○	
10		○	구체적 실험 → 직결되는 결론							○	
11		○	"							○	

〈표 3〉 학기 및 단원에 따른 자연과 내용의 수준과 개념 수준 구성비

분류 학기 단원	교육목표 수		교과 내용 수준						개념 수준				F.O.I		
	4	6	C ₁		C ₂		F ₁		구체		추상		4	6	
			4	6	4	6	4	6	4	6	4	6			
1	1	16	8 (50.0)	·	7 (43.8)	2 (25.0)	1 (6.2)	6 (75.0)	15	2	1	6	0.062	0.750	
	2	4	·	1 (12.5)	4 (100)	6 (75.0)	·	1 (12.5)	·	7	·	1	·	0.125	
	3	4	5	·	3 (60.0)	3 (75.0)	2 (40.0)	1 (25.0)	·	3	5	1	·	0.250	
	4	7	13	2 (28.6)	·	5 (71.4)	12 (92.3)	·	1 (7.7)	7	12	·	1	·	0.077
	계	31	34	10 (32.3)	4 (11.8)	19 (61.3)	22 (64.7)	2 (6.4)	8 (23.5)	29	26	2	8	0.064	0.235
2	1	4	6	1 (25.0)	2 (33.3)	3 (75.0)	4 (66.7)	·	·	4	6	·	·	·	
	2	7	8	2 (28.6)	·	5 (71.4)	6 (75.0)	·	2 (25.0)	7	6	·	2	·	0.250
	3	11	8	1 (9.0)	1 (12.5)	5 (45.5)	5 (62.5)	5 (45.5)	2 (25.0)	6	6	5	2	0.454	0.250
	4	9	6	·	·	8 (88.9)	3 (50.0)	1 (11.1)	3 (50.0)	8	3	1	3	0.111	0.500
	계	31	28	4 (12.9)	3 (10.7)	21 (67.7)	18 (64.3)	6 (19.4)	7 (25.0)	25	21	6	7	0.194	0.250

$$\star F.O.I = \frac{F.O.T.P.수}{교육목표수} \quad ()안은 \%$$

교과 내용의 수준을 볼 때 1학기에서는 구체 초기 수준의 내용은 4학년 32.3%, 6학년 11.8% 구체 후기 수준의 내용은 4학년 61.3%, 6학년 64.7% 형식조작 초기 수준의 내용은 4학년 12.9%, 6학년 23.5%로 나타났다. 이를 단원별로 볼 때, 4학년 3단원(작은 생물)과 6학년 1단원(화산과 지진)이 타 단원에 비해 형식초기 수준의 내용이 4학년 25%, 6학년 75%로 나타나고 있다. 2학기를 볼 때 구체 조작 초기 수준이 4학년 12.9%, 6학년 10.7%, 구체 조작 후기 수준이 4학년 67.7%, 6학년 64.3%, 형식 조작 초기 수준의 내용은 4학년 19.4%, 6학년 25%로 나타났다. 또한 4학년 3단원(열과 물체의 변화) 45.5%, 6학년 4단원(에너지)는 50%로 타 단원에 비해 초기 형식 수준의 내용을 많이 다루고 있는 것으로 나타났다.

이를 볼 때 교과 내용의 수준은 대체로 C₁→C₂→F₁의 순서로 나타나고 있어 바람직한 구성이라 할 수 있겠다.

또한 구체 조작 수준에 있는 아동이 이해하기에 곤란할 개념인 추상 수준의 정도는 F.O.I를 통해서 알아 보았다. 이 중 1학기에서는 4학년은 3단원(작은생물)과, 6학년 1단원(화산과 지진)이 0.25, 0.75로서 아동이 이해하는 데 어려움을 느끼는 추상 수준의 개념이 타 단원에 비해 많으며, 2학기에서는 4학년은 3단원 '열과 물체의 변화'로 0.455, 6학년은 4단원(에너지)이 0.500으로 개념 수준이 아동이 이해하기에는 어려운 단원으로 나타나고 있었다. 학기별로 볼 때 1학기

보다는 2학기에서 추상 수준의 내용을 많이 다루고 있음을 알 수 있다.

B. 아동의 지적 발달 수준

국민학교 4학년 아동 122명과 6학년 아동 106명을 대상으로 하여 적용한 Piagetian 도구를 가지고 이를 점수화하여 아동의 지적 발달 수준을 분석했다. Piaget의 검사도구에서 무게 보존은 2점, 부피보존은 3점, 나머지는 4점이 최대 점수가 되게 하였다. 이들 점수를 합산하여 다음과 같이 7단계로 아동의 지적 발달 수준을 나누었다.

첫째, 구체조작 초기수준(Ⅱa) : 점수 6~8점

둘째, 구체조작 과도기(Tr. Con) : 점수 9~11점

셋째, 구체조작 후기수준(Ⅱb) : 점수 12~13점

넷째, 과도기(Tr C-F) : 점수 14~16점

다섯째, 형식조작 초기수준(Ⅲa) : 점수 17~18점

여섯째, 과도기(Tr Form) : 점수 19~20점

일곱째, 형식조작 후기수준(Ⅲb) : 점수 21점

이와 같이 점수화하여 분류한 이유는 대상 아동의 반응이 각각의 과제마다 서로 다른 반응을 보이고 있기 때문에 여러가지 과제를 적용하여 보다 타당한 결과를 얻기 위해서이다. 예를 들어 대상아동(No 20)의 경우 천칭의 균형에서는 형식조작 초기단계이나 무게보존에서는 구체조작 초기단계이다.

따라서 그가 형식 조작적 사고 초기에 속하는 것이

있더라도 지적 발달 수준을 보다 타당하게 하기 위해 6가지의 검사도구를 합산하여 12점이 되었기 때문에 구체조작 후기수준으로 분류했다.

〈표 4〉 임상 및 지필 검사 4학년 N=122, 6학년 N=106

Task	최대 점수	평균(M)		표준 편차	
		4학년	6학년	4학년	6학년
무개보존	2	1.50	1.42	0.50	3.00
부피보존	3	1.36	1.74	0.68	2.85
천칭균형	4	2.15	2.44	0.75	2.92
변인분리	4	1.52	2.20	0.65	2.87
논리검사	4	1.32	1.75	0.56	2.86
비례검사	4	0.79	1.85	0.77	2.69

〈표 4〉는 Piaget의 검사도구의 최대점수와 아동이 얻은 평균과 표준편차를 나타내고 있다.

또한 Piaget의 검사도구를 가지고 대상아동들의 발달 수준을 백분율로(표 5)에서 제시하고 있다.

〈표 5〉에서 볼 때 4학년 99.2%, 6학년 95.3%의 아동이 구체적 사고기에 머물고 있으며, 형식적 사고기에 이른 아동은 4학년 0.8%, 6학년 4.7%에 불과하다. 또한 4학년 2.5%, 6학년 14.2%의 아동만이 Piaget의 지적발달 이론상 구체 조작기에서 형식 조작기 단계로 넘어가는 과도기에 있는 것으로 나타났다.

C. 아동의 지적 발달 수준과 목표 성취도와의 관계

아동의 지적 발달 수준과 교과내용과의 관계를 알아보기 위해 사용한 목표성취도 검사는 4학년은 32

개, 6학년은 40개의 문항으로 되었으며, 여기서 4학년 29개는 구체수준의 문항이고, 3개는 추상수준의 문항이며, 6학년은 28개는 구체수준의 문항이고 12개는 추상수준의 문항이었다.

1. 성취도 검사 문항의 신뢰도

본 연구에 사용된 성취도 검사의 신뢰도는 Spearman-Brown의 문항에 따른 정오답 비율에 의한 신뢰 공식에 의하여 알아보았다. 본 검사의 신뢰도는 0.80으로 나타났다.

2. 아동의 발달 수준과 목표 성취도와의 관계

〈표 6〉은 아동의 지적 발달 수준에 따른 목표 성취도 검사에서의 구체 및 추상 수준의 목표의 성취를 보여주는 것이며, 이를 그래프로 나타낸 것이 〈그림 I〉이다.

〈표 6〉에서와 〈그림 I〉을 통해서 볼 때 형식조작기에 도달해 있는 아동은 구체 및 추상목표에 대해 4학년은 89.7~66.7%, 6학년은 82.1~91.1% 성취를 보이고 있으나, 구체조작 초기에 있는 아동은 4학년 58.7~42.2%, 6학년 57.6~70.3% 정도의 성취를 보이고 있다. 또한 모든 아동들이 구체수준의 목표보다는 추상수준의 목표에 대해 어려움을 느끼고 있다.

따라서 발달 수준이 형식 조작기에 있는 아동은 교과 내용이 구체수준이든 추상수준이든간에 구체 조작기에 있는 아동들보다 높은 성취를 할 수 있다는 것을 알 수 있다.

한종하(1977)의 중학생을 대상으로 한 연구와 김현재(1985)의 연구에 의하면 모든 아동들이 구체 수준

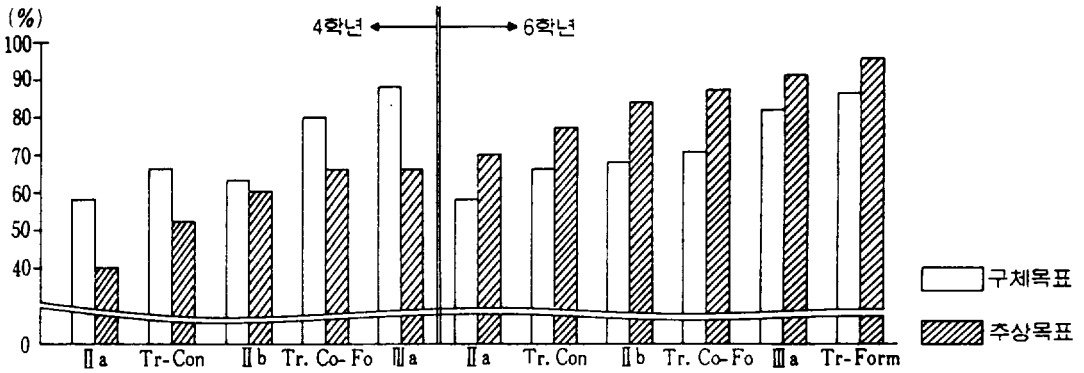
〈표 5〉 대상 아동의 지적 발달 수준

4학년 N=122, 6학년 N=106

수준 내용	구체수준(Ⅱa)		과도기(Tr.Con)		구체후기(Ⅱb)		과도기(Tr.C-F)		형식초기(Ⅲa)		과도기(Tr.Form)		형식후기(Ⅲb)	
	4학년	6학년	4학년	6학년	4학년	6학년	4학년	6학년	4학년	6학년	4학년	6학년	4학년	6학년
아동수	64	16	49	38	5	32	3	15	1	3		2		
%	(52.5)	(15.1)	(40.1)	(35.8)	(4.1)	(30.2)	(2.5)	(14.2)	(0.8)	(2.8)		(1.9)		

〈표 6〉 지적 발달 수준과 목표 성취도와의 관계

발달수준 성취도 검사	학년	구체초기(Ⅱa)		과도기(Tr.Con)		구체후기(Ⅱb)		과도기(Tr.C-F)		형식초기(Ⅲa)		과도기(Tr.Fom)	
		4학년	6학년	4학년	6학년	4학년	6학년	4학년	6학년	4학년	6학년	4학년	6학년
경 답 율 %	구체목표	58.7	57.6	65.9	66.0	63.4	69.0	80.2	71.2	89.7	82.1		85.7
	추상목표	42.2	70.3	53.1	77.0	60.0	84.6	66.7	87.8	66.7	91.7		95.8



〈그림 1〉 지적발달과 목표 성취도와의 관계 그래프

의 목표보다는 추상수준의 목표에 대해 어려움을 느끼고 따라서 발달 수준이 형식 조작기에 있는 아동은 교과 내용이 구체수준이든 추상수준이든간에 구체 조작기에 있는 아동들보다 높은 성취를 할 수 있는 것으로 나타났는데, 본 연구에서는 6학년 아동만 구체수준의 목표보다는 추상수준의 목표성취가 높은 것으로 나타났다.

이는 검사시기가 중학교 반 배치 교사를 대비하여 다양한 문제집으로 집중지도를 하여 암기에 의하여 추상 수준의 문항도 무난히 해결했으리라고 생각된다.

D. 임상 및 집단적 접근 방식과의 관계

Piaget의 검사도구를 임상적 접근에 의해서 얻어진 아동의 발달 수준과의 집단을 대상으로 한 지필문항 검사에 의해 얻어진 아동의 발달 수준과의 관계를 알아보기 위해 구체수준의 목표에 대한 성취 점수와 추상수준의 목표에 대한 성취수준과의 상관 관계를 통

해서 알아 보았다(표 7).

〈표 7〉과 같이 4학년은 개인별 면담 방식인 임상적 접근 방식중 천칭균형의 목표 성취도는 0.35~0.65로 상관이 있는 것으로 나타낸 것에 비해 집단적 지필 검사는 0.08~0.41로 상관이 거의 없는 것으로 나타났다. 또한 임상적 접근 방식의 무게보존, 부피보존, 변인분리 등도 상관이 거의 없는 것으로 나타났다. 6학년은 부피보존, 천칭균형, 변인분리 등의 임상적 접근은 0.24~0.40으로 개념수준과 상관없는 것으로 나타났으나 논리검사와 비례검사는 0.18~0.25로 아동의 개념형성 정도를 알아 보는 데에 있어서는 적합한 것으로 나타났다. 임상적 접근에 있어서도 아동의 학습 개념 형성을 알아보는 데는 변인분리가 가장 바람직한 것으로 나타났다.

이러한 결과는 중등학생을 대상으로 한 한종하의 연구에서 집단적 접근 방식의 도구가 목표 성취도를 예언하는데 가장 대표적인 것으로 나타난 것과, 6학년을 대상으로 한 목표성취도와 같은 경향을 보이고 있다. 그러나 4학년을 대상으로 한 실험에서는 다르게 나타났다.

이는 지필검사에서 사용하는 개념과 임상적 실험 방식의 천칭균형을 제외한 부피보존, 무게보존, 변인분리의 실험방식을 아동들이 이해 못하는 데서 오는 결과라고 생각한다.

〈표 7〉 Piaget 실험 도구와 목표 성취도와의 상관관계

접근방식	실험도구	상관계수			
		구체수준목표		추상수준목표	
		4학년	6학년	4학년	6학년
임상적접근	무게보존	0.09	0.03	0.02	0.09
	부피보존	0.28	0.40	0.26	0.24
	천칭균형	0.65	0.19	0.35	0.06
	변인분리	0.26	0.14	0.37	0.15
집단적접근	논리검사	0.37	0.24	0.20	0.20
	비례검사	0.41	0.25	0.08	0.18

V. 요약 및 결론

Piaget의 사고 유형에 의한 4·6학년 자연과 교과 내용과 아동의 사고수준의 분석을 주목적으로 한 본

연구의 결과를 연구문제별로 요약하면 다음과 같다.

(1) 4학년 교과 내용의 수준은 1학기가 구체적 조작 초기수준의 내용이 32.3%, 구체적 조작 후기수준의 내용이 61.3, 형식적 조작 초기수준이 6.4%이며, 2학기의 내용수준은 구체적 초기수준의 내용이 12.9% 구체적 후기 수준이 67.7%, 형식적 초기 수준의 내용이 19.4%이었다. 그리고 개념수준에 있어서 1학기는 93.5%가 구체적 수준의 개념이었지만 2학기에서는 80.6%가 구체적 수준이었으며, 나머지 19.4%가 추상수준의 개념이다.

또한 6학년 자연과 교과 내용의 수준에 있어서 1학기는 구체적 조작 초기수준의 내용이 11.8%, 구체적 조작 후기수준의 내용은 64.7%, 형식적 조작 초기수준은 23.5%, 2학기의 내용수준에 구체적 조작 초기수준은 10.7%, 구체적 조작 후기수준은 64.3%, 형식적 조작 초기수준은 25.0%로 나타났다. 그리고 개념수준에 있어서 1학기는 76.57%가 구체수준이며 23.5%가 추상수준이고 2학기에서는 75.0%가 구체수준, 25.0%가 추상수준의 개념이다.

(2) 연구 대상 아동의 지적 발달수준을 보면 4학년은 구체적 조작 초기에 있는 아동이 92.6%, 구체적 조작 후기수준의 아동은 6.6%, 형식적 조작 초기수준의 아동은 0.8%였다.

6학년은 구체적 조작 초기수준의 아동이 50.9%, 구체적 조작 후기수준의 아동이 44.4%이며, 형식적 조작 초기수준의 아동은 4.7%이다.

(3) 아동의 사고수준이 높아질수록(구체적 조작 초기 → 형식적 조작) 과학 개념을 더 잘 이해하고 있다. 다시 말해 형식적 조작적 사고수준의 아동(성취율 66.7%~95.8%)이 구체적 조작적 사고 초기수준의 아동(성취율 42.2~70.3%)이 보다 구체수준의 개념이든 추상수준의 개념이든, 이를 성취하는 데 월등한 능력을 보이고 있다.

(4) 개념 성취 능력을 알아보기 위한 목표 성취도 점사점수와 Piaget 실험도구와는 긍정적인 상관관계가 있다. 즉, 추상수준의 성취점수 및 구체수준의 성취점수와 Piaget 실험도구 중 집단적 도구와는 유의 있는 상관관계(0.18~0.65)가 있는 것으로 나타났으나, 임상적 도구인 논리점사와 비례점사는 -0.24~0.41로 낮은 상관관계를 나타내 주고 있다.

이상과 같은 결과 및 이를 요약한 것으로부터 다음과 같은 결론을 얻을 수 있다.

첫째 Piaget의 사고 유형에 의할 때 4·6학년의 자연과 교과서의 내용은 접근방식에 있어서 발달 단계를 고려하고 있으나 그 내용 및 개념수준에 있어서 형식적 조작적 사고 수준의 내용이 많이 포함되어 있다. 그런데 대부분의 아동이 구체적 조작적 사고 수준에 머물러 있어 아동이 자연과를 어렵게 느끼고 이해하지 못할 가능성이 있다.

둘째, 4학년 아동들은 구체수준 개념보다 추상수준의 개념을 성취하는데 어려움을 크게 느끼고 있다. 따라서 추상개념을 지도할 때에는 아동에게 구체적으로 체험할 수 있는 예시나 상황을 많이 제시해야 할 필요성이 있음을 알 수 있다. 6학년 아동은 개념성취에 있어서 4학년 아동과 반대 현상이 나타났는데, 그 이유는 중학교 배치 고사를 앞두고 다양한 반배치 문제집의 훈련과 담임 교사의 집중 지도로 이러한 결과가 나타났으리라고 사료된다.

셋째, Piaget의 실험도구를 사용하여 아동의 지적 발달 수준을 알아보는데 있어 본 연구 중 4학년에서만 임상적 접근이 집단적 접근보다 타당한 결과(6학년에선 그 반대현상임)를 얻을 수 있음을 보여주고 있다.

위 연구를 토대로 다음과 같은 제언하고자 한다.

첫째, 현 4·6학년 자연과 교과 내용은 아동의 사고수준에 비해 어렵게 구성되어 있다.

특히 4학년 1학기 3단원(작은 생물)과 2학기의 3단원(열과 물체의 변화), 그리고 6학년 1학기 1단원(화산과 지진) 2학기의 4단원(에너지)은 타 단원의 내용 및 개념수준과 아동의 사고수준에 비할 때 아동이 이해하기 어려운 추상수준의 내용으로 구성되어 있어 이에 대한 수정이 요구된다.

둘째, 아동의 사고가 대부분 형식적 조작적 사고에 이르지 못하고 있으므로 이를 위해서는 논리적인 사고 증식을 위한 구체적 활동 자료와 실제 경험의 기회가 요구된다.

셋째, 4·6학년 자연과뿐 아니라 저학년의 자연과 내용에 대한 분석도 본 연구의 방법으로 계속 검토해 볼 필요성이 있다.

참고 문헌

김병업, "아동의 과학적 사고에 대한 고찰", 대구 교육대학 과학연구소, 과학·수학교육 연구 제1집, 1976.

김양현, "아동의 인지구조의 진단을 위한 빼아제의 방법론", 서울교육대학, 논문집 제18집, 1985.

김재은·정명숙, Flavell의 「인지 발달론」, 정민사, 1982.

——, 「교사를 위한 빼아제 입문」(상), (하), 배영사, 1974.

김현재, "아동의 논리적 조작 능력 형성에 관한 연구", 한국초등과학교육학회 초등과학교육 제1집, 1983.

김현재, 김현근, "Piaget의 사고유형에 의한 5학년의 자연과 내용분석" 한국초등과학교육학회, 제4집, 1986.

남상돈, "새 자연과 교육과정의 분석과 평가", 부산교육대학 과학교육연구소, 과학교육연구 제8집, 1983.

남억우 외, 「교육연구 및 통계」, 교육출판사, 1984.

문교부, 「국민학교 교사용 지도서6-1, 2 자연」, 국정교과서주식회사, 1983.

이원석·이상은, "Piaget의 발달단계 이론과 화학교육", 서울대학교, 과학교육연구논문 제4권 1호, 1979.

이지영·정복선, 「발달의 이론」, 중앙적성 연구소, 1974.

이태준, "아동의 논리적 사고 구조의 발달과 그 지도에 대한 고찰", 공주교육대학, 논문집, 제16집, 1979.

——, "아동의 추상작용에 관한 발달적 연구", 공주교육대학, 논문집, 제12집 1호 1975.

임의도 외, 「교육목표 분류학: 지적영역」, 배영사, 1966.

한중하, "An Analysis of the second year Korean Science Textbook Using Piagetian Concrete and Formal Operational Thinking Patterns", 플로리다 주립대학 박사학위 논문, 1977.

한중하, "Piaget의 구상 및 형식조작적 사고유형에 의한 중등과학교육 내용의 분석", 한국교육학회, 5권 1호, 1978.

한중하, "국민학교 아동(1,2,3학년)의 기초과학 개념의 형성 발달에 관한 연구", 한국교육개발원, 한국교육 제7권 제1호, 1980.

허만동, "아동 확률 개념 인식의 분석적 고찰", 부산교육대학, 학생지도연구 제2집, 1975.

정태위, 「빼아제의 인지 발달론」 교육신서 19, 배영사, 1984.

Inhelder. & Piaget, J. The Growth of Logical Thinking from Adolescent to Childhood. N. Y.: Basic Books, Inc. 1958.

Karplus, R. and Peterson, R.M. Intellectual development beyond elementary school: II. Ratio, a survey. School Science and Mathematics, 1970.

Singer, D. G. & Revenson, T. A. A piaget primer, N. Y.: International Uni. Press. INC, 1978.

ABSTRACT

An Analysis of Contents of the Fourth & Sixth Grade in the Elementary Science Using Piagetian Thinking Patterns

Hyun-Jae Kim
Inchon Teachers College
Chul-Ei Lee
Inchon Seulim Elementary School
Gyu-Jun Chea
Buchon Yackdae Elementary School

The main purpose of this study is to analyze the fourth and sixth grade in the elementary science contents using piagetian thinking patterns. An analysis of the elementary science contents used the systems of Han Jong-Ha(1977), Lee Won-Shic and Lee Sang-On(1979). They analyzed the science contents based on Piagets' cognitive developmental stages.

According to the results of this study, science contents consist of more difficult concepts those of children's thinking level. In other words, 6.4-19.3 percent to 23.5-25.0 percent in the fourth and sixth grade of the science contents are consisted with abstract level concepts that formal operational children can perform. But each grade, 99.2-95.3 percent of children have a difficulty in understanding such a abstract level concepts. They are in the concrete operation thinking level. Therefore, we say that children have difficulty in understanding of science contents and may lose interest in the contents.