

일본과 우리나라의 수학과 교육과정과 국가수준 학업성취도 평가 비교¹⁾

임 해 미* · 김 부 미**

본 연구에서는 최근 PISA에서 약진하고 있는 일본의 수학과 교육과정과 전국학력 학습상황조사의 현황을 조사하고 이를 통한 교육적 시사점을 도출하고자 하였다. 이를 위해 첫째, 일본의 수학교육 개관에 대해 알아보았다. 둘째, 일본의 수학과 교육과정을 제 8차 학습지도요령을 중심으로 살펴보고, 이를 우리나라의 수학과 교육과정과 비교하였다. 셋째, 일본의 전국학력학습상황조사의 개요, 특징, 문항 특성을 살펴보고, 우리나라의 국가수준학업성취도 평가 및 PISA 수학 평가와 비교하였다. 일본과 우리나라는 초등학교와 중학교의 교육과정에서 강조하는 영역에 차이가 있으며, 전국학력학습상황조사에서 일본은 수학적 지식의 활용을 강조하는 B형 테스트를 시행하고 있다. 일본에서 강조하고 있는 핵심역량인 수학적 사고력·판단력·표현력이 학교 수학에 어떻게 반영되었는지, 학년간 내용 편제의 차이, 전국학력학습상황조사의 다원화된 평가를 등은 현재 교육과정을 개정하고 있는 우리나라의 수학과 교육과정 개발과 국가수준 학업성취도 평가 체제 및 문항 개발에서 참조할 필요가 있을 것이다.

1. 서론

최근 일본은 국제 학업성취도 평가 PISA 2012에서 수학은 OECD 국가 중 2위, 읽기와 과학은 1위라는 높은 성취를 기록하였다. 수학에 대한 자신감, 흥미 등은 OECD 평균보다 낮지만 PISA 2003과 비교하여 긍정적인 변화를 나타내고 있다(OECD, 2014). 특히 일본의 수학 OECD 순위는 PISA 2003의 4위, PISA 2006의 4~9위와 비교하여 많이 상승하였는데, 이러한 변화는 PISA에서의 낮은 결과에 대한 반성과 개선을 위한 교육과정 개정 및 국가수준 학업성취도 평가 강화 등 국가적 노력의 결실이라 볼 수 있다.

일본은 1998년에 ‘Period for Integrated Study’를 골자로 하는 국가 교육과정 개정을 공시하고, 1999년 ‘삶의 역량’을 특징으로 하는 제 7차 학습지도요령을 고시하였다. 그러나 대학생들이 분수 계산 등 학습 역량이 낮아지는 것에 대한 대학 교수들의 우려가 표면화되면서, 2002년 학생들의 학습 능력 강화를 위한 논의가 구체화되었다. 2003년에 일본 문부과학성(MEXT)은 학생들의 학업 능력 신장을 위해 ‘Action Plan for Improving the Achievement’를 발표하고, 2004년에 국가수준 학업성취도 평가인 전국학력학습상황조사(National Achievement Test) 준비를 시작하여 2007년부터 시행하고 있다. 2008년에는 주요 교과와 수업 시수를 늘리고 주요 교과에 대한 학

* 한국교육과정평가원, rimhm@kice.re.kr
** 원광대학교, bmkim@wku.ac.kr (교신저자)
1) 원광대학교 2013학년도 교비 연구비 지원에 의한 논문임

습 능력 강화를 위해 ‘Period for Integrated Study’에 배당된 시간을 축소하는 제 8차 학습지도요령을 고시하였다. 2009년에는 학교 교사의 질을 높이기 위해 교원 자격 체계를 개선하였다. 이러한 노력의 결과는 2010년 발표된 PISA 2009 결과에 나타나기 시작하였으며, 2013년 발표된 PISA 2012 결과에는 더욱 긍정적인 변화가 나타났다(Ninomiya, Urabe, 2011). 이와 같이 PISA는 국제적인 기준에서 일본의 교육과정과 교육평가를 지속적으로 점검하고 교육 정책 수립에 많은 영향을 주고 있다.

우리나라는 PISA 2012 수학 영역에서 일본보다 다소 높은 성취를 기록하였으나, 2009 개정 교육과정에서는 학습량 경감을 추진하였으며, 국가 수준 학업성취도 평가도 2013년부터 대상 학년급이 축소되었다. 이러한 변화가 우리나라의 교육에 어떤 영향을 미칠 지의 여부는 아직 알 수 없으나, 우리나라와 유사한 교육 체제와 교육 과정을 적용하고 있으며 세계 어느 국가보다 인지적, 정의적 성취에서 비슷한 결과를 나타내고 있는 일본의 변화에 관심을 기울일 필요가 있다.

이에 본 연구는 최근 PISA에서 약진하고 있는 일본의 수학과 교육과정과 전국학력학습상황조사의 현황을 조사하고 이를 통한 교육적 시사점을 도출하기 위하여 다음 세 가지 주제에 중점을 두어 살펴보고자 한다. 첫째, 일본의 수학교육 개관에 대해 알아본다. 둘째, 일본의 수학과

교육과정을 제 8차 학습지도요령을 중심으로 살펴보고, 이를 우리나라의 수학과 교육과정과 비교한다. 셋째, 일본의 전국학력학습상황조사의 개요, 특징, 문항 특성을 살펴보고, 우리나라의 국가수준 학업성취도 평가 및 PISA 수학 평가와 비교한다.

II. 일본의 수학교육 개관

1. 일본의 학제와 수학 교과 편제

일본의 학제는 취학전 교육, 초등교육(초등학교), 중등교육(중학교·고등학교), 고등교육으로 6.3.3.4제의 단선형이며, 초등학교와 중학교가 의무교육기간이다. 일본의 학기는 대부분 3학기 제도로 1학기는 4월초~7월말, 2학기는 9월초~12월말, 3학기는 1월초~2월말이다.

일본의 초등학교와 중학교 수학과 교육과정은 2008년 3월에 고시되고 2011년부터 시행되고 있다. 이 교육과정은 지식, 도덕, 체력의 균형을 이룬 힘 있는 삶의 역량의 육성을 실현하는 것을 목표로 한다. 특히 1975년 이후 지속적으로 감소한 초등학교 산수²⁾ 수업 시간이 30년 만에 증가되었다(이종수, 2013, p.15). 특히, 일본의 초등학교 수업시수의 1단위 시간은 45분이며, 중학교 수업시수의 1단위시간은 50분임을 감안하면 한

<표 II-1> 한국과 일본의 연간 표준 수학 수업 시수와 총 수업시수 및 총 수업시간

| 국가 | 분류 학년 | 수학교과수업시수 | | | | | | 전체 수학 수업시수 | 전체 수학 수업시간(분) |
|------|----------|----------|-----|-----|-----|-----|-----|---------------|------------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | |
| 초등학교 | 한국 | 120 | 136 | 136 | 136 | 136 | 136 | 800 | 32,000 |
| | 일본 | 136 | 175 | 175 | 175 | 175 | 175 | 1,011 | 45,495 |
| 중학교 | 한국 | 136 | 136 | 102 | | | | 374 | 16,830 |
| | 일본 | 140 | 105 | 140 | | | | 385 | 19,250 |

2) 일본 초등학교의 수학 교과명은 ‘산수’임.

국과 일본의 수학과 수업시간의 차이는 매우 크다고 할 수 있다(<표 II-1> 참조).

초등학교 6년간의 수학 수업 시간을 비교해보면, 일본이 한국에 비해 수업시간 면에서 약 45% 정도를 더 할애하고 있으며, 중학교 전체 수업시수 중 수학 교과가 차지하는 비율은 한국이 약 11.11%, 일본이 약 12.65%임을 알 수 있다(이정애, 2013). 중학교의 경우, 이전 교육과정까지는 한국이 수학 교과의 차지 비중이 앞섰으나 현재는 일본이 한국에 비해 수학 교과가 차지하는 비율이 약 1.5% 앞서고 있다(정재희, 2010). 이와 같이, 일본의 새 교육과정에서는 필수 교과의 수업시간 배당을 늘림으로서 이전의 ‘여유 있는 교육’을 벗어나 지식을 위주로 하는 ‘살아가는 역량’의 육성을 위한 교육을 지향하고 있음을 알 수 있다.

2. 일본의 수학 교육과정

일본의 교육과정 문서는 학교급별로 각 교과의 교육과정의 틀을 제시하는 ‘학습지도요령’과 ‘학습지도요령해설·총칙편’이 있고, 이것을 잘 구현할 수 있도록 하기 위해 펴내는 교과별 ‘학습지도요령해설’이 있다(조윤동·윤용식, 2014). 일본 수학과 교육과정 문서 체계는 초등학교와 중학교 모두 ‘목표’, ‘각 학년의 목표 및 내용’, ‘수학의 지도 계획의 작성과 내용 다루기’로 구성되어 있다. 이 중 ‘각 학년의 목표 및 내용’은 학년별로 ‘목표’, ‘영역별 내용’, ‘내용 다루기’로 구성되며 ‘영역별 내용’에는 [용어·기호]와 [수학적 활동]이 포함되어 있다.

특히, 일본은 삶의 역량 강화를 위해 수학과에서 종전의 교육과정과 달리 ‘수학적으로 해석하는 힘과 표현하는 힘의 육성’을 강조하고 이를 학습지도요령의 목표에 제시하고 있다(조윤동·윤용식, 2014). 이 절에서는 2008년에 고시된 제

8차 교육과정인 「소학교학습지도요령」과 「중학교학습지도요령」의 수학 교과의 내용을 중심으로 살펴본다. 일본의 초등학교 산수 교과의 교육목표는 다음과 같이 기술하고 있다.

산수적 활동을 통하여 수량과 도형에 관한 기초적·기본적인 지식 및 기능을 익히고 일상의 사실과 현상에 관해서 예측을 하여 조리 있게 생각하고 표현하는 능력을 기르면서 산수적 활동의 즐거움과 수리적인 처리의 좋은 점을 깨닫고 나아가 생활과 학습에 활용하려는 태도를 기른다(문부과학성, 2008a).

일본의 중학교 수학 과목의 교육목표는 다음과 같다.

수학적 활동을 통해서, 수량과 도형 등에 관한 기초적인 개념과 원리·법칙에 관한 이해를 깊이 하여, 수학적인 표현과 처리방법을 습득하고 현상을 수리적으로 고찰하여 표현하는 능력을 높이면서, 수학적 활동의 즐거움과 수학의 장점을 실감하여 그러한 것을 활용해 생각하거나 판단하려고 하는 태도를 기른다(문부과학성, 2008b).

일본의 개정 수학과 교육과정에서 강조점은 수학 활동을 발달 단계에 맞추어 충실히 지도하여 기초적·기본적 지식과 기능을 확실히 익히게 함으로써 수학적인 사고력·판단력·표현력을 길러 배우는 의욕을 높인다는 것이다. 특히, 수학적 사고력·판단력·표현력을 신장시키기 위해 교육과정 문서의 ‘각 학년의 목표 및 내용’의 ‘내용 다루기’와 ‘지도 계획의 작성과 내용 다루기’에서 이를 강조하고 있다. 구체적인 그 내용을 살펴보면, 각 학년의 내용 지도에 있어 근거를 명확하게 하고, 조리 있게 체계적으로 생각하고, 말(글), 수, 식, 그림, 표, 그래프 등을 적절히 이용해서 문제를 해결한다든지, 자신의 생각을 알기 쉽게 표현하여 전달하는 학습활동을 적극적으로 도입하고 있다. 또한 초·중학교 각

학년의 내용에 ‘수학적 활동’을 구체적으로 제시하고 있다. 학년마다 새롭게 수학적 활동을 제시한 것은 내용 영역을 학습하면서 그것들을 상호 관련시키는 과정에서 구체적인 수학 활동을 경험할 수 있는 기회를 제공한다는 것이다(교육과학기술부·부산광역시교육청, 2009).

수학적 활동은 1999년에 고시된 교육과정에서 처음 도입되어 강조되어 왔으나, 새 교육과정에서는 수학 활동을 더욱 충실히 수행할 수 있도록 학년마다 이를 추가하고 구체적인 달성 기준을 제시하고 있다(조운동·윤용식, 2014). 즉, 신 교육과정에서 수학적 활동은 각 영역의 내용을 기술하는 방식을 내용 영역에서 학년 중심으로 바꾸고 수학 활동이 학년마다 내용을 지도하는 방법으로 기능할 수 있게 한 것이다.

일본의 수학과 교육과정의 학년 체제에서는 각 학년의 성격을 규정하고 있다. 일본의 초등학교와 중학교의 수학과 학년 체제는 <표 II-2>와 같다.

문부과학성(2008a)에 의하면, 일본 초등학교 수학과는 기초적인 능력을 배워서 익히고 유지하기 위해 적당하게 연습할 기회를 만들어 계획적으로 지도하고, 필산에 의한 기능을 익히는 일을 중시하면서 결과를 예측하고 판단할 수 있도록 하는 것을 특징으로 한다. 초등학교 저학년의 경우 주판과 구체물의 교구를 적절하게 사용하여 의미의 이해를 깊게 하도록 하고 있다. 또한, 수량과 도형의 감각을 풍부하게 하고 표와 그래프를 이용하는 힘을 높이기 위해 컴퓨터 등을 적절하게 활용해야 함을 밝히고 있다(문부과학성(2008a)). 일본 초등학교 수학 교과서의 내용 영역은 ‘수와 계산’, ‘양과 측정’, ‘도형’, ‘수량관계’의 4개 영역이고 학년별 내용 체계를 살펴보면 <표 II-3>과 같다.

일본의 중학교 수학 교과서에서는 수학적 활동을 즐길 수 있도록 하고, 수학을 학습하는 의의나 수학의 필요성을 실감할 기회를 마련하는 것을 강조한다. 학생 스스로 과제를 찾아, 해결하

<표 II-2> 일본 초·중학교 수학과 학년 체제

| 학년 | 학년의 성격 | |
|------|--------|---|
| 초등학교 | 1 | 구체물을 이용하여 수, 덧셈과 뺄셈, 양의 측정, 도형의 경험이 목적 |
| | 2 | 구체물을 이용하여 덧셈·뺄셈·곱셈, 길이와 부피, 삼각형과 사각형, 수량관계를 통한 식·그림·표·그래프 이해가 목적 |
| | 3 | 덧셈 뺄셈, 곱셈과 나눗셈의 이해, 소수와 분수의 표현방법, 길이·무게 측정, 이등변삼각형과 정삼각형 이해가 목적 |
| | 4 | 소수·분수의 덧셈과 뺄셈, 어림수의 의해, 도형의 면적, 각의 크기 측정, 평면도형 및 입체도형의 이해가 목적 |
| | 5 | 정수의 성질 이해, 소수의 곱셈과 나눗셈, 분수의 덧셈과 뺄셈, 삼각형과 평행사변형의 면적, 직육면체의 부피, 두 개의 양의 비율, 각기둥, 백분율과 원그래프 이해가 목적 |
| | 6 | 분수의 곱셈과 나눗셈, 원의면적, 각기둥의 부피, 대칭적 도형, 비와비례의 이해가 목적 |
| 중학교 | 1 | 양수와 음수, 일원일차 방정식, 평면도형, 공간도형, 비례·반비례, 함수의 이해가 목적 |
| | 2 | 문자를 이용한 식, 연립 이원일차 방정식, 평면도형, 함수관계, 확률의 이해가 목적 |
| | 3 | 제곱근, 식의 변형, 이차방정식, 도형의 닮음, 원주각과 중심각, 피타고라스의 정리, 도형, $y = ax^2$, 모집단의 이해가 목적 |

<표 II-3> 일본 초등학교 수학 내용 체계

| 영역 | 학년별 내용 | | | | | |
|-------|--|--|---|--|--|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 수와 계산 | <ul style="list-style-type: none"> • 사물의 개수 세기 • 덧셈과 뺄셈 (한자리 수와 한자리 수) | <ul style="list-style-type: none"> • 수의 의미 • 덧셈과 뺄셈 (두 자리 수) • 곱셈(구구단) | <ul style="list-style-type: none"> • 정수의 표시법 • 덧셈과 뺄셈 (세 자리 수와 네 자리 수) • 곱셈 (두 자리 수와 세 자리 수) • 나눗셈 (한자리수) • 소수의 덧셈과 뺄셈 • 분수 | <ul style="list-style-type: none"> • 억, 조 • 어림수 • 나눗셈 (두 자리 수, 세 자리 수) • 소수의 곱셈과 나눗셈 • 분수의 덧셈과 뺄셈 | <ul style="list-style-type: none"> • 약수와 배수 • 정수와 소수 • 소수의 곱셈과 나눗셈 • 분모가 다른 분수의 덧셈과 뺄셈 | <ul style="list-style-type: none"> • 분수의 곱셈과 나눗셈 |
| 양과 측정 | <ul style="list-style-type: none"> • 양과 측정 • 시간 읽기 | <ul style="list-style-type: none"> • 길이단위 (mm, cm, m) • 부피단위 (mL, dL, L) • 시간의 이해 | <ul style="list-style-type: none"> • 길이와 무게단위(km, g, kg) • 시간의 이해(분) | <ul style="list-style-type: none"> • 면적 (cm^2, m^2, km^2) • 각의 크기 | <ul style="list-style-type: none"> • 도형의 면적 • 부피 (정육면체, 직육면체) • 측정치의 평균 | <ul style="list-style-type: none"> • 원의 넓이 • 각기둥과 원기둥의 부피 • 속도 |
| 도형 | <ul style="list-style-type: none"> • 도형 관찰 | <ul style="list-style-type: none"> • 도형의 이해 (삼각형, 사각형) | <ul style="list-style-type: none"> • 도형의 이해 (각, 원, 구) | <ul style="list-style-type: none"> • 평면도형과 위치관계 • 입체도형과 위치관계 | <ul style="list-style-type: none"> • 다각형과 정다각형 • 합동 • 원주율 • 각기둥과 원기둥 | <ul style="list-style-type: none"> • 축소도와 확대도 • 대칭도형 |
| 수량 관계 | <ul style="list-style-type: none"> • 덧셈과 뺄셈 • 개수 세기 | <ul style="list-style-type: none"> • 덧셈과 뺄셈의 상호관계 • 곱셈의 장면을 이해 • 수량으로 표와 그래프 이용 | <ul style="list-style-type: none"> • 수량관계의 식 이해 • 막대그래프 | <ul style="list-style-type: none"> • 꺾은선 그래프 • □로 나타내는 식 | <ul style="list-style-type: none"> • 백분율 • 원그래프와 막대그래프 | <ul style="list-style-type: none"> • 비례, 반비례 • 도수 분포와 평균 |

고 결과를 평가·개선할 기회를 제공하고, 수학적 활동의 과정을 되돌아보고, 정리해 발표하는 것을 통해 성과를 공유할 기회를 마련하도록 하고 있다(문부과학성, 2008b). 일본 중학교 수학 교과의 내용 영역은 ‘수와 식’, ‘도형’, ‘함수’, ‘자료의 활용’의 4개 영역이다. 수와 식에서는 문자를 이용해 식을 표현하고 식을 순서에 따라 능동적으로 처리함을 지도하고, 도형에서는 도형의 성질과 관계를 분명히 하고, 그 설명으로부터 새로운 성질이나 관계를 읽어냄을 지도한다(문부과학성, 2008b). 함수에서는 주위현상을 표, 식, 그래프 등을 이용해 설명하고 구체적인 장면에서 해석하는 것을 지도하고, 자료의 활용에서는 자료에 근거해 집단의 경향이나 특징을 파악해 기초로 판단하게 하는 것을 지도한다(정재희, 2010).

구체적인 중학교 수학의 학년별 내용 체계는 <표 II-4>와 같다.

<표 II-4> 일본 중학교 수학 내용 체계

| 영역 | 학년별 내용 | | |
|--------|--|---|---|
| | 1 | 2 | 3 |
| 수와 식 | <ul style="list-style-type: none"> • 양수와 음수 • 문자를 이용한 식 • 일원일차방정식 | <ul style="list-style-type: none"> • 문자를 이용한 식의 사칙연산 • 연립일원일차 방정식 | <ul style="list-style-type: none"> • 제곱근 • 식의 전개와 인수분해 • 이차방정식 |
| 도형 | <ul style="list-style-type: none"> • 평면도형 • 공간도형 | <ul style="list-style-type: none"> • 기본적인 평면도형과 평행선의 성질 • 도형의 합동 | <ul style="list-style-type: none"> • 도형의 닮음 • 원주각과 중심각 • 피타고라스의 정리 |
| 함수 | <ul style="list-style-type: none"> • 비례와 반비례 | <ul style="list-style-type: none"> • 일차함수 | <ul style="list-style-type: none"> • 함수 $y = ax^2$ |
| 자료의 활용 | <ul style="list-style-type: none"> • 자료의 산포와 대푯값 | <ul style="list-style-type: none"> • 확률 | <ul style="list-style-type: none"> • 표본조사 |

초등학교와 중학교 모두 이미 학습한 내용을 재차 다루거나 학년 간 지도 내용의 원활한 연

결을 위해 적절한 반복에 의한 학습지도를 해야 함을 밝히고 있다. 다만, 평가와 관련된 지침은 ‘총칙’에서 학생의 좋은 점과 진보상황 등을 적극적으로 평가하도록 간단히 제시하고만 있다.

3. 일본의 국제 학업성취도 평가 결과

TIMSS는 국제 교육성취도 평가 협회 IEA 주관 하에 4년 주기로 시행되는 국제 학업성취도 평가로, 참가국의 교육과정을 근간으로 문항을 구성하여 학생들이 의도된 교육과정을 어느 정도 이해하고 있는지를 평가한다. 이와 비교하여 PISA는 OECD 주관으로 3년 주기로 시행되며, 수학 지식을 다양한 맥락·상황에서 일어나는 문제 해결에 적용할 수 있는 소양을 평가한다.

일본은 TIMSS에서 지속적으로 상위권에 위치하고 있으나, <표 II-5>에 나타난 바와 같이 초등학교 4학년과 중학교 2학년 모두 TIMSS 1995 이후 다소 하락한 순위를 보이고 있다(김수진 외, 2012). 특히 TIMSS 2011에 일본은 우리나라보다 초등학교 4학년은 20점, 중학교 2학년은 43점의 점수 차를 보였다.

<표 II-5> TIMSS 주기별 수학 결과 비교

| 대상 | 주기 | 우리나라 | | 일본 | |
|----------|------------|-------|-------|-------|-------|
| | | 평균 점수 | 전체 순위 | 평균 점수 | 전체 순위 |
| 초등학교 4학년 | TIMSS 1995 | 581 | 2 | 567 | 3 |
| | TIMSS 2011 | 605 | 2 | 585 | 5 |
| 중학교 2학년 | TIMSS 1995 | 581 | 3 | 581 | 2 |
| | TIMSS 1999 | 587 | 2 | 579 | 5 |
| | TIMSS 2003 | 589 | 2 | 570 | 5 |
| | TIMSS 2007 | 597 | 2 | 570 | 5 |
| | TIMSS 2011 | 613 | 1 | 570 | 5 |

한편, 일본은 서론에서 언급한 바와 같이 21세기 역량을 강조하는 PISA의 결과에 보다 높은 관심을 두고 그 결과를 교육 정책 수립에 반영하였다. 일본은 <표 II-6>에서와 같이, 첫 주기

인 PISA 2000에 매우 높은 성취를 거두었으나 PISA 2003, PISA 2006까지 서서히 점수와 순위가 하락하였다(송미영 외, 2013). 이에 대한 반성으로 교육과정이 개정하고, 전국학력학습상황조사 도입한 이후 PISA 2009와 PISA 2012에 지속적인 성장세를 보이고 있다.

<표 II-6> PISA 주기별 수학 결과 비교

| 주기 | 우리나라 | | | 일본 | | |
|-----------|-------|---------|-------|-------|---------|-------|
| | 평균 점수 | OECD 순위 | 전체 순위 | 평균 점수 | OECD 순위 | 전체 순위 |
| PISA 2000 | 547 | 2 | 2 | 557 | 1 | 1 |
| PISA 2003 | 542 | 2 | 3 | 534 | 4 | 6 |
| PISA 2006 | 547 | 1~2 | 1~4 | 523 | 4~9 | 6~13 |
| PISA 2009 | 546 | 1~2 | 3~6 | 529 | 3~6 | 8~12 |
| PISA 2012 | 554 | 1 | 3~5 | 536 | 2~3 | 6~9 |

III. 우리나라와 일본의 수학과 교육과정 비교

우리나라와 일본은 TIMSS와 PISA에서 높은 성취도 결과에 비해 정의적 성취 결과가 낮은 현상까지 닮아 있다. 최근 비슷한 시기에 우리나라와 일본은 수학과 교육과정을 개정하였는데, 교육과정 개정 후 일본은 PISA 결과에서 큰 약진을 보였다. 이에 본 절에서는 우리나라의 「2009 개정 수학과 교육과정」과 일본의 「학습지도요령」 및 「학습지도요령해설」의 초등학교와 중학교의 수학 교과를 비교하려고 한다.

김선희 외(2014)는 8개국 고등학교 교육과정을 가르치는 주제의 상세화 정도, 내용양에 근거하여, 비교국이 우리나라보다 깊이 있게 다루거나, 우리나라에서 상위 수준에서 다루는 것을 비교국에서 하위 수준에서 다룰 때 비교국의 수학이 어렵다고 판단하였다. 본 연구에서도 김선희 외

(2014)의 연구를 참고하여 일본과 우리나라의 초등학교와 중학교 수학 교육과정의 내용 영역별 주제를 <표 III-1>의 분석틀에 따라 내용의 양과 수준, 상세화 정도, 위계성을 비교하였다. 내용 영역의 설정은 우리나라를 기준으로 하였다.

- 가르치는 주제를 우리나라보다 상세하게 다루면 어렵다고 할 수 있음.
- 가르치는 주제의 내용의 양이 더 많고 깊어 있게 다루면 어렵다고 할 수 있음.
- 우리나라에서 상위 학교급에서 다루는 것을 그 나라에서는 하위 학교급에서 다루면 어렵다고 할 수 있음.

또한 우리나라는 학년군제로, 일본은 학년제로 교육과정을 운영하지만 우리나라의 교과서 체제가 일본의 학년제와 비슷하여 교육과정에 제시된 주제의 다루는 시기는 교과서를 참고하였다. 일본에서 그 주제를 다루는 학년을 ①~⑥으로 주제명 앞에 표기하였다.

1. 초등학교 수학과 교육과정 비교

우리나라의 초등학교 수학과 교육과정은 ‘수와 연산’, ‘도형’, ‘측정’, ‘확률과 통계’, ‘규칙성’의 5개 내용 영역으로 나누어져 있지만 일본의 수학과 교육과정은 ‘수와 계산’, ‘도형’, ‘측정(양과 측정)’, ‘수량관계’의 4개 내용 영역으로 나누어져 있다(이재춘, 2008). 그러나 일본은 ‘수량관계’ 영역에서 우리나라의 ‘확률과 통계’와 ‘규칙성’ 영역에서 다루는 주제를 다룬다. 우리나라와 일본의 초등학교 수학의 내용 영역별 주제를 <표 III-1>에 따라 분석한 결과는 <표 III-2>와 같다.

우리나라와 일본의 초등학교에서 다루는 주제는 거의 일치하고 있으나, 약간의 차이가 있었다. 먼저, 우리나라에서는 다루지 않지만 일본에서 다루는 주제는 수와 계산 영역의 ‘어림수’와 양과 측정 영역의 ‘속도’이다. 어림수는 4학년에서 어림수가 사용되는 경우에 관해 알기, 반올림과 어림수의 사칙계산을 다루고 있다. 특히, ‘산

<표 III-1> 우리나라와 일본의 수학과 교육과정 비교틀

| 분석표기 | 설명 | 어려움의 판단 |
|------|---|-------------|
| (없음) | 우리나라와 일본의 초·중등학교에서 다루는 내용으로 내용의 깊이가 유사함 | |
| ▼ | 우리나라와 일본 모두 같은 학교급(학년군)에서 가르치는 내용이지만 일본에서 더 상세하거나 다루는 내용의 양이 많은 주제 | 우리나라가 더 쉬움 |
| ◇ | 우리나라가 다루는 내용의 양이 더 많고 더 상세하게 다루는 주제 | 우리나라가 더 어려움 |
| ◆ | 우리나라가 더 간단히 다루는 주제 | 우리나라가 더 쉬움 |
| □ | 우리나라가 일본보다 위계가 낮은 주제 : 우리나라에서는 초등학교(중학교)에서 다루지만 일본에서는 중학교(고등학교)에서 다루는 주제 | 우리나라가 더 어려움 |
| ■ | 우리나라가 일본보다 위계가 높은 주제 : 우리나라에서는 중학교(고등학교)에 속하는 내용이지만 일본에서는 초등학교(중학교)에서 다루는 주제. | 우리나라가 더 쉬움 |
| ☆ | 우리나라 교육과정에서 다루나 일본에서는 다루지 않는 주제 | |
| ★ | 우리나라 교육과정에서 다루지 않지만 일본에서는 다루는 주제 | |

<표 III-2> 우리나라와 일본의 초등학교 수학과 교육과정 비교

| 영역 | 학년 | 우리나라 | 일본 | 분석 |
|---------------------|-----|-----------------------|------------------------------|----|
| 수와 계산 | 1~2 | • 네 자리 이하의 수 | ① 사물의 개수 세기 | |
| | | • 한 자리 수의 덧셈과 뺄셈 | ① 한 자리 수의 덧셈과 뺄셈 | |
| | | • 두 자리 수의 덧셈과 뺄셈 | ② 두 자리 수의 덧셈과 뺄셈 | |
| | | • 곱셈(한 자리 수) | ② 곱셈(구구단) | |
| | 3~4 | • 다섯 자리 이상의 수 | ③ 정수의 표시법 | |
| | | | ④ 어렵수 | ★ |
| | | • 세 자리 수의 덧셈과 뺄셈 | ③ 덧셈과 뺄셈 | |
| | | • 곱셈(한 자리 수, 두 자리 수) | ③ 곱셈(두 자리 수, 세 자리 수) | |
| | | • 나눗셈(한 자리 수, 두 자리 수) | ③ 나눗셈(한 자리 수) | |
| | | • 자연수의 혼합계산 | ④ 정수의 계산 | |
| | | • 분수 | ③ 분수 | |
| | | • 소수 | ③ 소수 | |
| | 5~6 | • 분수와 소수의 덧셈과 뺄셈 | ③ 소수의 덧셈과 뺄셈 ④ 분수의 덧셈과 뺄셈 | |
| | | | ⑤ 정수의 성질(양수, 음수 분류) | ◆ |
| | | • 약수와 배수 | ⑤ 약수와 배수 | |
| | | • 분수의 덧셈과 뺄셈 | ⑤ 분수의 덧셈과 뺄셈 | |
| | | • 분수의 곱셈과 나눗셈 | ⑥ 분수의 곱셈과 나눗셈 | |
| | | • 소수의 곱셈과 나눗셈 | ④ 소수의 곱셈과 나눗셈 | |
| 도형 | 1~2 | • 입체도형의 모양 | ① 도형의 관찰 | |
| | | • 평면도형의 모양 | ② 도형의 이해 | |
| | | • 평면도형과 그 구성 요소 | ④ 도형의 위치관계 | |
| | 3~4 | • 도형의 기초 | | ☆ |
| | | • 평면도형의 이동 | | ◆ |
| | | • 원의 구성 요소 | ③ 도형의 이해(원, 구) | |
| | | • 여러 가지 삼각형 | ② 도형의 이해 | |
| | | • 여러 가지 사각형 | ② 도형의 이해 | |
| | 5~6 | • 다각형 | ⑤ 다각형 | |
| | | • 합동과 대칭 | ⑤ 합동 ⑥ 대칭 | |
| | | | ⑥ 축소도와 확대도 | ◆ |
| | | • 직육면체와 정육면체 | ⑤ 직육면체와 정육면체 | |
| • 각기둥과 각뿔 | | ⑤ 각기둥 | | |
| • 원기둥과 원뿔 | | ⑤ 원기둥 | | |
| • 입체도형의 공간감각(쌓기 나무) | | ☆ | | |
| 측정 | 1~2 | • 양의 비교 | ① 양의 측정 | |
| | | • 시각 읽기 | ① 시각 읽기 | |
| | | • 시각과 시간 | ② 시간의 이해 | |
| | | • 길이 | ① 길이 단위 | |

| 영역 | 학년 | 우리나라 | 일본 | 분석 | |
|--------|-----|-----------------|-------------------|----|---|
| 측정 | 3~4 | • 시간 | ③시간의 이해 | | |
| | | • 길이 | ③길이 단위 | | |
| | | • 들이 | ②부피 단위 | | |
| | | • 무게 | ③무게 단위 | | |
| | | • 각도 | ④각의 크기 | | |
| | | • 어렵하기 | ③어렵하기 | | |
| 측정 | 5~6 | • 평면도형의 둘레와 넓이 | ⑤도형의 면적 | | |
| | | • 여러 가지 단위 | ⑥단위의 관계 | | |
| | | • 원주율과 원의 넓이 | ⑥원의 넓이 | | |
| | | • 겹넓이와 부피 | ⑥부피 | | |
| | | | ⑥속도 | | ★ |
| 규칙성 | 1~2 | • 규칙 찾기 | ① & ② 규칙 찾기 | | |
| | 3~4 | • 규칙 찾기 | ① & ②규칙 찾기 | | |
| | | • 규칙과 대응 | | | |
| | 5~6 | • 비와 비율 | ⑥비례, 반비례 | | ◇ |
| | | • 비례식과 비례배분 | | | |
| | | • 정비례와 반비례 | | | |
| 확률과 통계 | 1~2 | • 분류하기 | ①개수 세기 | | |
| | | • 표 만들기 | ②표와 그래프 만들기 | | |
| | | • 그래프 그리기 | | | |
| | 3~4 | • 자료의 정리 | ③수량관계의 식 이해 | | |
| | | • 막대그래프와 꺾은선그래프 | ③막대그래프 ④꺾은선그래프 | | |
| | 5~6 | • 가능성과 평균 | ⑥평균, 경우의 수 | | |
| | | • 자료의 표현 | ⑤자료의 표현 | | |
| | | • 비율그래프 | ⑤비율그래프 | | |
| | | | ⑥도수분포표 | | ■ |
| | | | | | |

수적 활동'에서 어렵수의 사칙계산 중 간단한 계산은 암산으로 할 수 있도록 배려하라는 지도 방법을 암시하고 있다. 속도는 6학년 때 입체도형의 부피 계산을 학습한 후 속도에 관해 이해하고 구할 수 있도록 하고 있다.

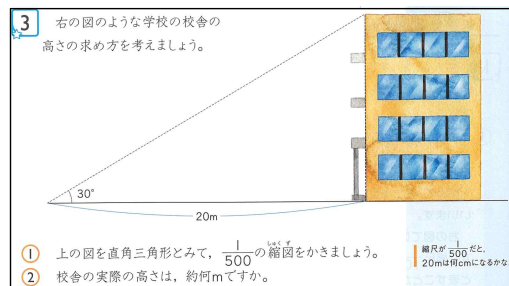
반면, 우리나라에서는 다루는 주제이나 일본에서 다루지 않는 주제는 '평면도형의 이동'과 '입체도형의 공간 감각'이다. 우리나라 3~4학년군에

서 구체물을 밀기, 뒤집기, 돌리기하여 평면도형의 이동을 이해하도록 하고 있다. 또한 5~6학년군에서 쌓기나무를 활용하여 입체도형의 앞, 옆, 위에서 본 모양으로부터 그 입체도형의 모양을 알 수 있게 하는 등 입체도형에 대한 공간 감각을 기르도록 하고 있다.

수학의 어려움에 대한 관점에서 일본과 우리나라를 비교할 경우, 동일한 주제에 대해 우리나라

라가 일본보다 상세하게 다루는 경우는 ‘규칙성’ 영역의 비와 비율, 비례식과 비례배분이다. 우리나라는 두 양의 크기를 비교하는 상황을 통해 비의 개념을 이해하고 그 관계를 비로 나타낼 수 있게 하고 비율을 분수, 소수, 백분율로 나타내게 한다. 그런 다음, 비례식과 비례배분의 뜻과 성질을 이해하고 이를 활용하여 간단한 비례식을 풀고 주어진 양을 비례 배분하는 것을 다룬다. 일본은 5학년 때 수량 관계에서 백분율을 다루고 비례는 표를 이용해서 동반하는 두 개의 수량 관계를 고찰할 때 간단한 경우에 대해서 비례의 관계가 있음을 알고 이를 간단한 비례식으로 나타내게 한다. 그리고 6학년 때 정비례와 반비례를 학습한 후 비례식을 활용하여 문제를 해결하는 정도로만 다룬다. 즉, 일본은 함수 개념을 사고할 수 있는 맥락에서 비와 비례를 다루고 있음을 알 수 있다.

비례 외의 주제는 일본이 우리나라보다 더 어렵게 다루는 경우가 많았다. 우리나라는 양수와 음수의 분류를 다루지 않으나, 일본은 3학년 때부터 정수라는 용어를 사용하고³⁾ 5학년 때 약수와 배수를 학습하기 전에 정수가 양수와 음수를 분류할 수 있음을 다룬다. 또한, ‘도형’ 영역에서 3학년 때 원을 배운 후 구를 다루고, 6학년 때 [그림 III-1]과 같이 축소도와 확대도를 다루어 평면 도형에 대한 이해를 깊이 있게 다루고 있다.



[그림 III-1] 일본 6학년 교과서(日本文教出版, 2012; 教育出版, 2012)의 축소·확대 내용

[그림 III-2]는 우리나라에서는 중학교에서 다루는 내용이지만 일본에서는 초등학교에서 다루는 주제는 도수분포표이다. 일본은 6학년에서 자료의 평균과 분산을 조사하고 이를 통계적으로 고찰하거나 표현할 수 있도록 하는데, 특히 도수분포표를 다루고 있다.

| ソフトボール投げの記録 (1組) | | ソフトボール投げの記録 (2組) | |
|-------------------------------------|--------|-------------------------------------|--------|
| きより (m) | 人数 (人) | きより (m) | 人数 (人) |
| 15 ^{以上} ~ 20 ^{未満} | 1 | 15 ^{以上} ~ 20 ^{未満} | |
| 20 ~ 25 | 2 | 20 ~ 25 | |
| 25 ~ 30 | 7 | 25 ~ 30 | |
| 30 ~ 35 | 6 | 30 ~ 35 | |
| 35 ~ 40 | 2 | 35 ~ 40 | |
| 40 ~ 45 | 1 | 40 ~ 45 | |
| 合計 | 19 | 合計 | |

15m以上20m未満には、20mは入らないよ。

15m以上 20m未満

度数分布表
上のように、記録をいくつかの範囲に区切って整理した表を、度数分布表といいます。

[그림 III-2] 일본 6학년 교과서(日本文教出版, 2012)의 도수분포표 내용

3) 일본은 ‘자연수’라는 용어를 중학교 1학년 때 학습함.

2. 중학교 수학과 교육과정 비교·분석 의 5개 내용 영역으로 나누어져 있지만 일본의 수학과 교육과정은 ‘수와 식’, ‘도형’, ‘함수’, ‘자료의 활용’의 4개 영역으로 나누어져 있다. 일본의 중학교 수학과 교육과정은 ‘수와 연산’, ‘문자와 식’, ‘함수’, ‘기하’, ‘확률과 통계’ 은 ‘수와 식’ 영역에서 우리나라의 ‘문자와 식’에

<표 III-3> 우리나라와 일본의 중학교 수학과 교육과정 비교

| 영역 | 학년 | 우리나라 | 일본 | 분석 |
|-----------|--------------|------------------------|-----------------------|----|
| 수와 연산 | 1~3학년 군4) | • 소인수분해 | ③소인수분해 | |
| | | • 최대공약수, 최소공배수 | | ☆ |
| | | • 정수와 유리수, 대소 관계, 사칙연산 | • 양수와 음수의 사칙계산 | |
| | | • 순환소수 | | ☆ |
| | | • 유리수와 순환소수의 관계 | | ☆ |
| | | • 제곱근의 뜻과 성질 | • 제곱근(유리수, 무리수) | |
| | | • 무리수 | • 무리수 | |
| 문자와 식 | 1~3학년 군 | • 수직선에서 실수의 대소 관계 | | ☆ |
| | | • 근호를 포함한 식의 사칙 계산 | • 제곱근을 포함하는 식의 계산 | |
| | | • 문자의 사용 | • 문자를 사용한 식 | |
| | | • 식의 값 | • 대입과 식의 값 | |
| | | • 일차식의 덧셈과 뺄셈 | • 일차식의 덧셈과 뺄셈 | |
| | | • 일차방정식 | • 일원일차방정식 | |
| | | • 지수법칙 | • 단항식의 승법과 제법 | ◇ |
| | | • 다항식의 덧셈과 뺄셈 | • 다항식의 덧셈과 뺄셈 | |
| | | • 다항식의 곱셈과 곱셈공식 | ③곱셈공식 | |
| | | • 다항식의 나눗셈 | • 다항식의 계산 | |
| | | • 등식의 변형 | • 식의 변형 | |
| | | • 연립일차방정식 | • 연립방정식 | |
| | | • 부등식의 성질과 일차부등식 | | □ |
| • 연립일차부등식 | | | | |
| • 인수분해 | • 인수분해 | | | |
| • 이차방정식 | • 이차방정식 | | | |
| 함수 | 1~3학년 군 | • 함수의 개념 | • 비례, 반비례 | |
| | | • 순서쌍과 좌표 | • 좌표 | |
| | | • 함수의 그래프 | • 비례, 반비례의 식과 그래프 | |
| | | • 함수의 활용 | • 비례, 반비례의 활용 | |
| | | • 일차함수의 의미와 그래프 | • 일차함수 | |
| | | • 일차함수의 활용 | • 일차함수의 활용 | |
| | | • 일차함수와 일차방정식의 관계 | • 일원일차방정식과 일차함수의 관계 | |
| | | • 이차함수의 의미 | • 함수 $y = ax^2$ | |
| | | • 이차함수의 그래프의 성질 | • 함수 $y = ax^2$ 의 그래프 | ◇ |
| | | | • 여러 가지 사상과 함수 | ★ |

4) 일본이 학년제를 실시하고 있어 1개 학년군제를 운영하는 우리나라와 비교하기 위해 우리나라의 내용 주제를 실제 학교에서 교육과정을 운영할 때 참고하는 교과서에서 그 주제를 다루는 주요 학년을 중심으로 구분하였음.

| 영역 | 학년 | 우리나라 | 일본 | 분석 | |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------------------------|-------------------------------|---|
| 확률 과 통계 | 1~3 학 년 군 | | • 자료의 산포와 대푯값 (오차와 근삿값) | ★ | |
| | | 1 | • 줄기와 잎 그림, 도수분포표, 히스토그램, 도수분포다각형 | • 히스토그램의 대푯값 | |
| | | | • 도수분포표에서의 평균 | | ■ |
| | | | • 상대도수의 분포 | • 상대도수 | |
| | | 2 | • 경우의 수 | | ■ |
| | | | • 확률의 뜻과 기본 성질 | • 확률 구하기 | |
| | | | • 확률의 계산 | • 확률의 계산 | ◇ |
| | | 3 | • 중앙값, 최빈값, 평균 | ① 중앙값, 최빈값 | |
| | | | • 분산, 표준편차 | | ■ |
| | | | | • 표본조사 | ■ |
| 기하 | 1~3 학 년 군 | • 점, 선, 면, 각 | | | |
| | | • 점, 직선, 평면의 위치 관계 | • 직선과 평면의 위치관계 | | |
| | | • 평행선의 성질 | ② 평행선의 성질 | | |
| | | | • 각도의 방법과 활용 | ◆ | |
| | | 1 | • 삼각형의 합동조건 | ② 도형의 합동 | |
| | | | • 다각형의 성질 | ② 다각형의 각의 성질 | |
| | | | • 부채꼴의 중심각과 호의 관계 | • 부채꼴의 중심각 | |
| | | | • 부채꼴의 넓이와 호의 길이 | • 부채꼴의 호의 길이와 넓이 | |
| | | | • 다면체, 회전체의 성질 | • 겨냥도 | |
| | | | • 입체도형의 겹넓이와 부피 | • 기본적인 도형의 계량 (구의 표면적과 부피) | |
| | | | | • 삼각형의 성질 | |
| | | 2 | • 이등변삼각형의 성질 | | ☆ |
| | | | • 삼각형의 외심, 내심 | | |
| | | | • 사각형의 성질 | • 평행사변형의 성질 | |
| | | | • 닮은 도형의 성질 | ③ 도형의 닮음 | |
| | | | • 삼각형의 닮음 조건 | ③ 삼각형의 닮음 조건 | |
| | | | • 평행선 사이에 있는 선분의 길이의 비 | ③ 평행선과 선분의 비 | |
| | | | • 닮은 도형의 성질 활용 | ③ 닮은 도형의 성질 활용 | |
| | | 3 | • 피타고라스의 정리 | • 피타고라스의 정리 | |
| | | | • 삼각비 | | □ |
| • 원에서 현, 접선에 대한 성질 | | | ☆ | | |
| • 원주각의 성질 | • 원주각과 중심각 | | | | |

서 다루는 주제를 다루고 있어 이를 비교하였다. 우리나라의 ‘함수’, ‘기하’, ‘확률과 통계’ 영역은 각각 일본의 ‘함수’, ‘도형’, ‘자료의 활용’ 영역과 비교하였다. 우리나라와 일본의 중학교 수학의 내용 영역별 주제를 <표 III-1>에 따라 분석한 결과는 <표 III-3>과 같다.

우리나라와 일본의 주요 내용은 동일한 시기에 동일한 주제를 학습하는 경우가 대부분이었다. 그러나 ‘수와 연산’, ‘문자와 식’ 영역은 우리나라에서 다루는 내용의 양이 많거나 상세하게 다루어지고 있었다. 따라서 수학의 어려움의 관점에서 교육과정을 비교할 때 우리나라가 일본

보다 ‘수와 연산’과 ‘문자와 식’, ‘기하’ 영역은 어렵게 다루고 있다고 해석할 수 있다. 반면, ‘함수’와 ‘확률과 통계’ 영역에서는 일본이 우리나라에서 다루지 않는 주제를 다루거나 우리나라는 중학교에서 다루는 주제를 일본은 초등학교에서 다루고 있어 일본이 우리나라보다 좀 더 어렵게 내용을 다룬다고 볼 수 있다. 구체적인 내용을 살펴보면 다음과 같다.

‘수와 연산’ 영역에서는 우리나라에서는 다루는 주제이나 일본에서는 다루지 않는 주제가 많았다. 예를 들어, 최대공약수와 최소공배수의 성질을 이해하고 이를 활용하여 문제를 해결하는 주제, 순환소수, 유리수와 순환소수의 관계는 우리나라에서만 다루는 주제이다. 특히, 우리나라에서 중학교 1학년 때 ‘소인수분해’를 다루지만, 일본은 3학년 때 인수분해와 함께 간단히 다룬다. 또한 우리나라에서는 1학년 때 학습하는 유리수 개념을 일본에서는 3학년 때 제곱근의 의미를 학습한 후 무리수 개념을 지도할 때 함께 다룬다. 정재희(2010), 김선화(2011)에 따르면, 이전의 일본 교육과정에서 설명하지 않았던 무리수 개념을 이번 개정에서 ‘수와 식’ 영역에 ‘유리수와 무리수’를 도입함으로써, 이차방정식과 피타고라스 정리를 이용할 때 무리수인 해를 설명하는 것이 가능해졌다.

‘문자와 식’ 영역은 양국이 가장 비슷하게 교육과정이 구성되어 있다. 다만, 일본은 우리나라에서 2학년 때 다루는 지수법칙을 다루지 않고, ‘단항식의 승법과 제법’ 주제를 다룰 때 예시로서 다룬다(김선화, 2011). 즉, 지수법칙은 우리나라에서 일본보다 상세하게 다루어진다. 그리고 우리나라에서 중학교 2학년에서 다루는 일차부등식과 연립일차부등식을 일본은 고등학교 ‘수학 I’ 교과목에서 다룬다.

일본은 ‘함수’ 영역에서 ‘여러 가지 사상과 함수’라는 새로운 내용을 다루고 있는데, 이 점이

우리나라와 다른 점이다. 예를 들어 물을 가열한 시간과 수온 관계를 조사하는 실험을 바탕으로 그래프를 작성하여 그래프의 점의 배열을 이상화하거나 단순화하고, 그때 두 수량의 관계를 일차함수로 파악하게 하고 있다. 또한 일차함수 식을 구해서 물이 적정 온도가 될 때까지 시간을 예측하고 그 근거를 설명할 수 있는 내용을 다루고 있다. 중학교 3학년에서도 과학에서 학습하는 경사면에서 물체를 굴리는 운동이나 차의 제동 거리 등의 상황에서 이차함수 $y = ax^2$ 를 이용해 사상을 파악하고 설명하고 이에 대해서 표, 식, 그래프를 서로 관련지어 이해하는 것을 강조한다. 그 외의 내용은 ‘이차함수와 그래프’에서 우리나라가 다루는 ‘이차함수의 최댓값과 최솟값’을 일본이 다루지 않는 것을 제외하고는 비슷한 수준에서 다루고 있다.

일본의 개정 수학과 교육과정에서 가장 큰 변화를 보인 영역은 ‘확률과 통계’ 영역으로, 1학년에 ‘자료의 산포와 대푯값’을, 3학년에 ‘표본조사’를 새롭게 추가한 것이다. 특히, 우리나라에서는 고등학교의 ‘확률과 통계’ 교과목에서 다루는 ‘표본조사’를 일본에서 의무교육기간인 중학교 3학년에서 다루고 있다. 또한 ‘자료의 산포와 대푯값’ 중 우리나라의 경우 중학교 3학년에서 학습하는 분산과 표준편차를 일본은 각각 초등학교 6학년과 중학교 1학년에서 다룬다. 그리고 도수분포표에서의 평균, 경위의 수도 초등학교 6학년에서 학습한다. 이러한 내용으로 볼 때 일본은 우리나라보다 자료의 정리와 활용을 강조하고 있고 더 어렵게 다룬다고 볼 수 있다. 반면, 확률의 계산에서 우리나라는 사건 A 또는 B가 일어날 확률, A와 B가 동시에 일어날 확률을 다루고 있으나 일본은 두 사건에 대한 확률을 다루지 않고 비교적 간단한 확률을 다루고 있다(정재희, 2010).

‘기하’ 영역에서 다루어지는 대부분의 주제는

동일하게 다루어지고 있다. 그러나 일본은 우리나라보다 ‘작도의 방법과 활용’을 강조한다. 그리고 일본은 우리나라가 2학년에서 다루는 ‘도형의 닮음’을 3학년에서 다루고 있고, 이전 교육 과정에 비해 ‘닮음인 도형의 닮음비와 넓이의 비 및 부피비의 관계’를 새롭게 추가하였다(손지민, 2009). 또한 일본은 우리나라가 중학교에서 다루는 ‘삼각비’를 고등학교 ‘수학 I’ 교과목에서 다루고 있다. 이밖에도 ‘삼각형의 외심과 내심’, ‘원에서 현, 접선에 대한 성질’은 우리나라에서 다루어지는 내용이나 일본에서는 다루지 않고 있다.

참여하고, 중학교 2학년과 3학년은 전체 학생이 참여하였으나, 학교 서열화와 과도한 경쟁을 유발한다는 비판에 따라 폐지되었다가, 2007년부터 다시 도입되었는데, 그 부활의 배경에는 PISA에서 나타난 낮은 성취가 있다(CRET, 2007).

새로 시행되고 있는 전국학력학습상황조사의 가장 두드러진 특징은 국어와 산수(수학) 과목에 대해 학교에서 배운 지식과 기술을 묻는 A형과 함께, 이러한 지식과 기술을 특정 맥락에 활용할 수 있는 지를 묻는 B형 평가를 시행하고 있다는 것이다. B형 평가는 OECD 주관의 PISA와 유사한 평가 목적을 갖는다고 볼 수 있다.

IV. 일본의 전국학력학습상황조사

1. 전국학력학습상황조사 개요

일본의 국가수준 학업성취도 평가인 전국학력학습상황조사(National Achievement Test; NAT)는 문부과학성에 의해 2007년부터 초등학교 6학년과 중학교 3학년을 대상으로 시행되고 있다. 2007년부터 2009년까지는 모든 국공립학교를 대상으로 시행하였으나, 2010년부터 2012년까지는 표집 학교를 대상으로만 시행하다가, 2013년부터 모든 국공립학교를 대상으로 하는 전수 방식으로 시행하고 있다. 사립학교는 2007년부터 원하는 학교만 참여하고 있다. 평가 과목은 국어, 산수(수학)이며, 2013년부터는 학부모 설문조사도 함께 실시하여 학생의 학력과 가정의 경제 상황, 지역 격차 등을 파악하고 있다(Statistics Japan, 2014).

전국학력학습상황조사는 1956년부터 1966년에 초등학교는 전체 학생 중 무선 표집된 5~10%가

2. 산수·수학 평가의 특징⁵⁾

가. 평가 출제 범위

전국학력학습상황조사에서 초등학생은 산수, 중학생은 수학 평가에 참여하게 된다. 전국학력학습상황조사의 출제 범위는 시행 시기가 4월임을 고려하여 초등학교 산수는 초등학교 5학년까지, 중학교 수학은 중학교 2학년까지 학습한 내용으로 정하고 있다. 구체적인 실시 방법, 문제의 출제 범위와 내용, 각 학교에서 기초가 되는 사항 등은 교육 전문가 검토 회의를 실시하고 전문가 회의에서의 기본적인 합의를 기반으로 문제를 출제하고 있다. 특히, 평가 결과가 교사의 수업 개선과 학생의 학습 향상 및 학습 의욕의 향상 등에 도움을 줄 수 있도록 문항을 출제하는 것을 목표로 한다.

평가 문항은 ‘지식’과 ‘활용’의 두 유형으로 구분된다. ‘지식’ 문항은 A형 평가에, ‘활용’ 문항은 B형 평가에 사용된다. ‘지식’과 ‘활용’ 문제를 구분하여 평가하는 것은 지식과 기능의 습득과

5) 『平成 24年度 全國學力・學習狀況調査 解説資料 小學校 算數(國立教育政策研究所, 2012a)』와 『平成 24年度 全國學力・學習狀況調査 解説資料 中學校 數學(國立教育政策研究所, 2012b)』를 토대로 작성함.

사고력의 육성의 양면을 모두 강조하면서 학생들의 역량을 구분하여 파악하기 위한 것으로 볼 수 있다.

초등학교 산수에서 평가하고자 하는 것 즉, 평가의 관점(評價の観点)은 ‘지식’ 문제는 수량이나 도형에 대한 기술, 수량이나 도형에 대한 지식·이해이다. ‘활용’ 문제는 ‘지식’ 문제의 두 가지 관점에 ‘수학적 아이디어’를 덧붙여 문제를 출제하고 있다. 중학교 수학에서 ‘지식’ 문제는 수학적 표현 및 처리, 수량이나 도형에 대한 지식·이해를 묻는다. ‘활용’ 문제는 ‘지식’ 문제의

두 가지 관점에 ‘수학적인 견해나 아이디어’를 덧붙여 평가하고 있다.

나. 산수·수학의 평가틀

A형에 사용되는 ‘지식’ 문제는 학교에서 배우는 내용 중 반드시 숙지되어야 할 내용과 실생활에 필수적이며 항상 활용할 수 있는 지식·기능을 다룬다. ‘지식’ 문제의 평가틀은 교육과정의 영역에 따라 초등학교는 수와 계산, 양의 측정, 도형, 수량 관계로 구분되며, 중학교는 수와

<표 IV-1> 활용 문제의 평가틀

| 활용하는 힘 | 평가의 관점 | 1. 활용의 상황과 맥락 | 2. 활용되는 수학적 내용 | 3. 수학적 과정 |
|---------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|----------------|--|
| a. 지식·기술 등을 실생활의 다양한 장면에서 활용하는 힘 | 수학적인 견해나 아이디어 | 실생활이나 신변의 사건에 대한 고찰 | 수와 식 도형 | <p>α1 : 일상적인 사건을 수학적화하기 α1 (1) 사물을 수·양·도형 등에 중점을 두어 관찰하기 α1 (2) 사물의 특징을 정확하게 파악하기 α1 (3) 이상화, 단순화하기</p> <p>α2 : 정보의 활용 α2 (1) 주어진 정보를 분류하고 정리하기 α2 (2) 필요한 정보를 적절하게 선택, 판단하기</p> <p>α3 : 수학적으로 해석하거나 표현하기 α3(1) 맥락에서의 수학적 결과를 해석하기 α3(2) 해석한 결과를 수학적으로 표현하기</p> |
| β : 다양한 과제 해결을 위한 구상을 세워 실천 평가·개선하는 힘 | 수학적 표현 및 처리 수량이나 도형에 대한 지식·이해 | 다른 교과 등의 학습 산수·수학의 세계에서의 고찰 | 수량 관계 | <p>β1 : 문제 해결을 위한 계획 수립 및 실행 β1 (1) 실마리를 찾아내어 생각하기 β1 (2) 해결 방법 수립하기 β1 (3) 수립한 바에 따라 해결하기</p> <p>β2 : 결과를 평가하고 개선하기 β2 (1) 결과를 돌이켜 생각하기 β2 (2) 결과를 향상시키기 β2 (3) 발전적으로 생각하기</p> |
| γ : 위의 α, β 모두에 관계되는 힘 | | | | <p>γ1 : 여러 사건간의 관계를 파악하기 γ2 : 여러 사건을 통합하기 γ3 : 사물을 다양한 관점에서 보기</p> |

식, 도형, 수량 관계로 구분된다.

B형에 사용되는 ‘활용’ 문제는 지식·기능 등을 실생활의 다양한 장면에서 활용하는 능력과 다양한 과제 해결을 위한 아이디어를 세워 실천하고 평가 및 개선하는 힘 등을 다룬다. 초등학교 ‘활용’ 문제의 평가틀은 첫째, 물건을 수·양·도형 등에 중점을 두어 관찰하고 특징을 정확하게 파악하기, 둘째, 주어진 정보를 분류·정리하고 필요한 것을 적절하게 선택하기, 셋째, 문제 해결의 실마리를 찾아내어 생각하고 반성하기, 넷째, 사건을 수학적으로 해석하고 자신의 생각을 수학적으로 표현하기의 네 가지로 구분된다.

중학교의 ‘활용’ 문제의 평가틀은 어떤 장면에서 어떤 수학적 지식과 기능 등이 사용된다거나, 각 장면에서 학생들의 어떤 능력을 평가하려고 하는지를 명확히 하기 위해 첫째, 해당 수학적 지식과 기능 등을 활용하는 상황과 맥락, 둘째, 활용되는 수학과목의 내용 영역, 셋째, 사용되는 수학적 과정의 3차원 구조를 갖는다. ‘활용’ 문제의 평가틀은 <표 IV-1>과 같다.

다. 문제 유형과 채점 방식

전국학력학습상황조사의 문항은 여러 항목 중 정답을 선택하는 선다형, 숫자와 용어 등 주로 단어로 답하는 단답형, 글로 설명하는 주관식(개방적 구성형)의 세 가지 형태로 구분된다. 특히 주관식 유형의 문항은 학생이 문제를 어떻게 풀이하는지에 대한 본연의 모습을 볼 수 있고, 교사의 지도 개선과 학생의 학습 향상에 도움을 줄 수 있기 때문에 반드시 일정 비율 이상을 포함하도록 하고 있다.

초등학교에서는 산수와 학습에서 단어와 숫자, 식, 그림, 표, 그래프 등을 이용하여 설명하고, 논리적으로 생각하며, 스스로 납득하고 타인을 설득할 수 있는 능력을 갖추어야 한다고 보고,

‘활용’ 문제에는 주관식 문제에 사실을 설명하는 문제, 방법을 설명하는 문제, 이유를 설명하는 문제를 일정 비율 출제하도록 하고 있다. 중학교에서도 발견한 것 또는 사실을 설명하는 문제, 어떤 상황을 조사하기 위한 방법과 절차를 설명하는 문제, 어떤 상황이 성립하는 이유를 설명하는 문제를 포함하도록 하였다.

한편, 평가 결과를 토대로 학생들의 이해 상태를 상세히 판단하기 위해 채점 시 해답의 유형을 10종으로 구분하고 있다. 정답과 예상 오답을 유형 1부터 최대 유형 8까지로 구분하고, 기타 응답을 유형 9, 무응답을 유형 0으로 구분하여 채점하는데, 이는 PISA의 채점 방식과 유사하다.

3. 전국학력학습상황조사 문항 특성

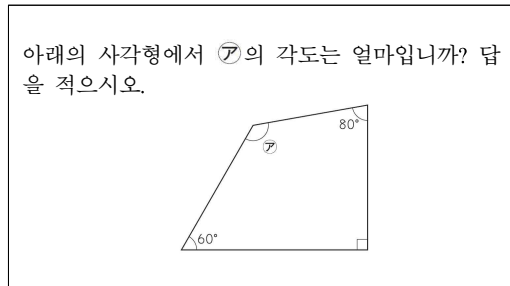
전국학력학습상황조사의 문항 특성을 알아보기 위해 2012년 초등학교 6학년 산수와 중학교 3학년 수학에 사용된 A형과 B형의 문항을 예로 들어 살펴보면 다음과 같다.

가. 초등학교 산수

(1) 산수 A의 문항

[그림 IV-1]은 2012년 초등학교 6학년 산수 A의 6-(1)번 문항이다(國立教育政策研究所, 2012c). 이 문항은 2007년도에도 유사한 문항이 출제되어 학생들의 추이를 파악할 수 있도록 하고 있다. 이 문제는 사각형의 네 내각의 합이 360° 임에 대한 이해를 바탕으로 세 내각의 크기를 알 때 나머지 한 각의 크기를 구할 수 있는지를 묻고 있다. 초등학교 5학년 학습지도요령의 도형 단원에서 학습하는 ‘도형에 대한 관찰이나 구성 등의 활동을 통해 평면도형에 대한 이해하기’와 관련된다. 평가에서 측정하고자 하는 것 즉, 평가의 관점은 ‘수량이나 도형에 대한 지식·이해’

이다(國立教育政策研究所, 2012e).



[그림 IV-1] 초등학교 산수 A의 문항 예시

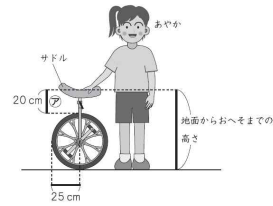
(2) 산수 B의 문항

2012년 초등학교 6학년 산수 B의 5번 문항은 [그림 IV-2]와 같다(國立教育政策研究所, 2012d). 이 문항에서는 일상생활에서 일어날 수 있는 일을 수학적으로 파악해 다음을 수행할 수 있는지를 묻고 있다. 첫째, 일상생활에서 도형을 발견하고 도형의 성질을 이용하여 길이를 구한다. 둘째, 표에서 비례 관계를 파악하고 움직인 거리를 구하는 식을 구한다. 셋째, 구한 답을 선택지에서 고르고 그 이유를 나타낸다(國立教育政策研究所, 2012e).

이 문항은 세 개의 하위문항으로 구성되어 있지만 여기서는 두 개의 하위문항만 제시하였다. 첫 번째 하위문항은 2학년의 양과 측정, 3학년의 도형, 두 번째 하위문항은 5학년의 수량 관계와 관련된 내용을 묻고 있다. 첫 번째 하위문항의 평가의 관점은 수량이나 도형에 대한 기술, 두 번째 하위문항은 수학적 아이디어이다. 두 번째 문항은 PISA의 추이문항 중 ‘육상트랙’ 문항과 유사한 모티브를 가지고 있으며 일본의 전국학력학습상황조사의 B형 문항이 PISA 문항과 동일한 바를 추구하고 있음을 알 수 있다(國立教育政策研究所, 2012e).

아야카의 학급에서는 외발 자전거에서 놀기가 유행하고 있습니다.

(1) 아야카는 외발 자전거의 높이를 조절합니다. 외발 자전거의 적절한 높이는 지상에서 배꼽 부분까지로 말해지고 있습니다. 안장 높이를 조절하면 아래 그림과 $\angle A$ 의 길이가 20 cm가 됩니다. 외발 자전거 타이어의 반경은 25 cm입니다.



지상에서 아야카의 배꼽까지의 높이는 몇 cm입니까? 답을 적으십시오.

(2) 아야카는 타이어를 1 회전시킬 때마다 외발 자전거가 얼마나 움직였는지를 알고 싶어서 일륜차 타이어의 회전 수와 움직인 거리를 확인하여 아래 표에 정리했습니다.

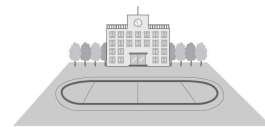
<외발 자전거 타이어의 회전 수와 움직인 거리>

| 타이어의 회전 수 (회수) | 1 | 2 | 3 | 4 |
|----------------|-----|-----|-----|-----|
| 움직인 거리 (cm) | 157 | 314 | 471 | 628 |

아야카는 이 표를 보고 움직인 거리는 타이어의 회전 수에 비례하는 것을 알게 되었습니다. 이것을 사용하여 외발 자전거로 운동장 트랙 1 바퀴의 길이를 구하기로 했습니다. 트랙을 한 바퀴돌때 타이어는 120회 회전했습니다.

트랙 한 바퀴의 길이를 구하는 식을 다음 ①에서 ④ 중 하나를 골라 그 번호를 쓰십시오.

- ① 157×120
- ② 314×120
- ③ 120×3.14
- ④ 157×3.14



<이하 중략>

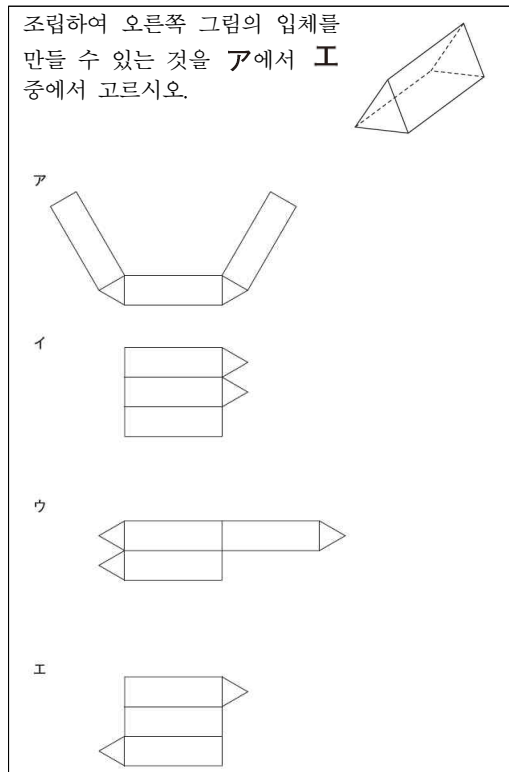
[그림 IV-2] 초등학교 산수 B의 문항 예시

나. 중학교 수학

(1) 수학 A의 문항

[그림 IV-3]은 2012년 중학교 3학년 수학 A의 5-(3)번 문항이다(國立教育政策研究所, 2012). 공간도형의 평면도, 전개도 및 투영도를 이해하는 것은 공간도형을 고찰하고 이를 실생활에서 사용할 때 필요한데, 이 문항에서는 삼각기둥의 전개도를 이해하고 있는지를 묻고 있다. 중학교 1학년의 도형 단원과 관련되며, 평가의 관점은 수량이나 도형에 대한 지식·이해에 해당한다(國立教育政策研究所, 2012h).

이 문항은 TIMSS 2003의 기출문항(M032489)을 그대로 출제한 것으로, 일본이 국제 학업성취도 평가를 얼마나 중요한 기준으로 삼고 있는지를 알 수 있다.



[그림 IV-3] 중학교 수학 A의 문항 예시

(2) 수학 B의 문항

2012년 중학교 3학년 수학 B의 5번 문항은

[그림 IV-4]와 같다(國立教育政策研究所, 2012g).

에도 시대의 수학 책 「塵劫記」에는 일상생활에 도움이 되는 다양한 계산이 소개되어 있다. 아래 그림은 나무의 높이를 구하는 방법을 소개 한 부분이다.



<나무의 높이를 구하는 방법>

[1] 나무의 가장 높은 위치를 A, 근원을 B로 한다. 지면과 평행 한 직선에 대해 A가 45° 방향으로 보이는 위치로 이동한다.

[2] 그 때의 눈의 위치를 C, 발밑을 D이며, CD DB의 길이를 측정한다.

[3] CD의 길이와 DB의 길이를 더하면 높이 AB가 구해진다.

<주의>

· 점 C를 같이 DB와 평행 한 직선과 AB의 교점을 E라고 한다. AB의 길이는 직접 측정할 수 없기 때문에 AB를 AE 및 EB으로 나누어 각각의 길이를 다른 길이로 바꿔 측정하고 있다.

· 나무와 사람은 지면에 수직으로 서 있다고 생각하면, $AB \perp DB$, $CD \perp DB$, $\angle AEC = 90^\circ$ 가 된다.

다음의 질문에 대답하십시오.

(1) 눈높이 CD가 1.2m, DB의 길이가 8.3m 일 때, 이전 나무의 높이를 구하는 방법에 따라 나무의 높이 AB를 구하십시오.

<이하 중략>

[그림 IV-4] 중학교 수학 B의 문항 예시

이 문항은 1627년 간행된 「塵劫記」에 제시된 나무의 높이를 구하는 방법을 구하는 방법의 정보를 적절히 이해하여 도형의 성질을 적용하는 과정을 수학적으로 설명할 것을 요구한다. 중학교 2학년의 도형과 관련되며, 평가의 관점은 수

<표 IV-3> 우리나라, 일본의 국가수준 평가와 PISA의 평가를 비교

| 평가 | 국가수준 학업성취도 평가 (NAEA) | | 전국학력학습상황조사(NAT)의 B형 | | 국제 학업성취도 평가 (PISA) |
|-------------------|--|--------------------------------------|--|---------------------|-----------------------------------|
| 평가틀 | 내용 영역 행동 영역 | | 수학적 내용 수학적 과정 상황과 맥락 | | 수학적 내용 수학적 과정 상황과 맥락 |
| 수학적 내용 (내용 영역) | 초등학교 | 중·고등학교 | 초등학교 | 중학교 | 양 변화와 관계 공간과 모양 불확실성과 자료 |
| | 수와 연산 도형 측정 확률과 통계 규칙성과 문제해결 | 수와 연산 문자와 식 기하 함수 확률과 통계 | 수와 계산 양의 측정 도형 수량 관계 | 수와 식 도형 수량 관계 | |
| 상황과 맥락 | 없음 | | 일상생활 다른 교과와의 연계 산수·수학 | | 개인적 직업적 과학적 공적 |
| 수학적 과정 (행동 영역) | 계산 이해 추론 문제해결 | | 수학화 정보의 활용 수학적 해석 및 표현 결과의 평가 및 개선 다양한 관점에서 보기 | | 형식화하기 이용하기 해석하기 |
| 문항 유형 | 선다형 서답형 | | 선다형 단답형 주관식(개방적 구성형) | | 선다형 구성형 |

학적인 견해나 아이디어에 해당한다(國立教育政策研究所, 2012h).

이 문항은 일본의 전국학력학습상황조사가 학생들의 학습 상황에 대한 진단뿐만 아니라 자국의 수학사를 학생들에게 알리고 수학의 문화적 가치를 전달하는 역할도 하고 있음을 알 수 있다. 최근 국제 학업성취도 평가에서 중국 전통 전등(Chinese lamp)의 전개도, 영국의 회전 관람차(London eye), 일본의 후지산, 벚꽃 개화 등과 관련한 문항이 활용된 바 있다. 이는 각국의 전문가가 개발한 문항 중 참여국과 수학 전문가 그룹의 동의를 얻어 사용된 것으로 전 세계에 자국의 문화와 수학적 역량을 알릴 수 있는 계

기가 되고 있다. 우리나라도 국가수준 학업성취도 평가에 우리 고유의 수학과 문화재 속에 깃든 수학적 원리 등을 담은 문항을 출제하고, 다양한 문항을 개발하여 국제 학업성취도 평가에도 도입하기 위한 노력이 필요할 것으로 보인다.

4. NAEA, NAT, PISA의 비교

우리나라의 국가수준 학업성취도 평가(National Assessment of Educational Achievement; NAEA)와 일본의 전국학력학습상황조사(National Achievement Test; NAT), OECD 주관의 PISA(Programme for International Student Assessment)를 비교하면 <표

IV-2>와 같다(조윤동 외, 2013; CRET, 2007).

NAEA는 1998년부터 국가수준에서 학교 교육의 질을 점검하고 개선하기 위해 교육의 성과를 체계적으로 평가하기 위한 목적으로 시행되었으며, 2007년까지 표집평가로 시행되었다. 2008년부터는 학생의 학업 성취도를 파악하여 기초 학력을 성취했는지 점검하고, 학부모들에 정보를 제공하고, 개별 학교의 교육적 책무를 점검하며, 국가의 교육적 책무 이행 정도를 파악하기 위해 초등학교 6학년, 중학교 3학년, 고등학교 2학년(2009년까지는 고등학교 1학년)을 대상으로 전수평가를 시작하였다. 그러나 2013년부터 초등학교는 평가 대상에서 제외하였다(이창훈 외, 2010). 일본의 NAT는 2007년에 부활하여 2013년에는 국공립학교를 기준으로 전수평가를 시행하고 있다. PISA는 세계 각국의 의무교육이 끝나는 시점의 교육성과를 점검하는 글로벌 거버넌스(Global Governance)의 의미를 갖는다(Ninomiya, Urabe, 2011).

PISA의 평가 대상은 만 15세로 대체로 고등학교 1학년이 이에 해당하며, 표집 평가를 시행하고 있다. 평가의 목적상 NAEA는 교육과정에서

가르친 내용 지식에 대한 이해에 대한 평가를 주로 하며, NAT의 B형과 PISA는 학교에서 배운 지식을 실생활에 활용하는 소양을 중심으로 평가한다(조윤동 외, 2013; CRET, 2007).

<표 IV-3>에서와 같이, NAEA의 수학 평가들은 내용 영역과 행동 영역의 2차원 평가들로 구성되지만, NAT의 B형은 수학적 내용, 수학적 과정, 상황과 맥락의 3차원 평가들로 구성되는데, 이는 PISA의 평가들과 유사하다. 특히, NAT의 B형에서는 선다형 문항 외에도 구성형 문항에 비중을 두고 있다(CRET, 2007). 우리나라의 NAEA에서도 행동 영역의 문제해결에 해당하는 문항의 비중이 높아지고 있으나, 국제적인 추세에 비추어 평가들을 점검하고 평가 문항을 다양화하기 위한 연구가 이루어질 필요가 있을 것으로 보인다.

V. 결론

우리나라는 현재 2015 교육과정 개정을 위해 기초 연구를 진행하고 있으며 2013년 국가수준

<표 IV-2> 우리나라, 일본의 국가수준 평가와 PISA의 개요

| 평가 | 국가수준 학업성취도 평가 (NAEA) | 전국학력학습상황조사 (NAT) | 국제 학업성취도 평가 (PISA) |
|-------|---|--|--|
| 대상 국가 | 우리나라 | 일본 | OECD 회원국과 비회원국 |
| 참여 학년 | 중학교 3학년 고등학교 2학년 (*초등학교 6학년: 2012년까지) | 초등학교 6학년 중학교 3학년 | 만 15세 학생 |
| 참여 방식 | 1998년~2007년 : 표집평가 2008년부터 전수평가 | 2007년~2009년 : 전수평가 2010년~2012년 : 표집평가 2013년~: 전수평가 | 표집평가 |
| 평가 시기 | 6월 | 4월 | 5월~6월 |
| 평가 과목 | 국어, 수학, 영어, 사회, 과학 | 국어, 산수(수학) | 읽기, 수학, 과학 |
| 평가 목적 | 국가 교육과정에서 규정하고 있는 교과 목표와 내용을 제대로 학습했는지를 파악하기 위함 | 국가 교육과정 내에서 학교에서 학습한 학문적 성취 수준을 평가하고 이를 활용하여 학교 수업을 개선 | 학교에서 습득한 지식과 기술을 실생활 맥락에 적용할 수 있는 소양을 평가 |

학업성취도 평가에서 초등학교급을 평가 대상에서 제외하는 등 수학 교육과정에서 여러 변화를 꾀하고 있다. 이러한 시점에서 세계 어느 국가보다 인지적, 정의적 성취에서 우리나라 비슷한 결과를 나타내고 있고 교육과정의 최근 개정 시기와 교육체제까지 비슷한 일본의 초등학교와 중학교의 수학과 교육과정과 전국학력학습상황조사를 살펴보고 이를 우리나라와 비교하는 일은 가치 있는 일이다. 본 연구에서는 우리나라의 '2009 개정 수학과 교육과정'과 일본의 '신학습지도요령'의 초등학교와 중학교의 수학과 교육과정의 내용 영역을 주제별로 내용의 양과 상세화 정도, 위계성을 기준으로 비교하였다. 또한 우리나라의 국가수준학업성취도 평가, 일본의 전국학력학습상황조사, PISA 수학 평가의 평가들과 문항 특성 등을 비교하였다.

연구 결과, 우리나라와 일본의 초등학교 수학과 교육과정에서 다루는 주제는 거의 일치하고 있으나 우리나라에서 상세하게 다루는 비와 비례 개념을 일본은 함수 개념을 사고할 수 있는 맥락에서 비교적 간단히 다루는 등 차이가 나타났다. 우리나라는 어렵수, 속도, 정수와 음수, 도수분포표를 다루지 않지만 일본은 다루고 있었다. 또한 일본은 6학년에서 사회과의 축소도와 확대도를 통해 평면도형에 대한 이해를 다루는 등 타교과와의 융합을 시도하고 있었다. 특히, 일본이 초등학교 수학 수업 시수를 우리나라보다 200단위 이상 시간을 많이 할애하고 있음을 고려할 때, 양국에서 동일하게 학습하는 주제라도 실제 학습량의 차이는 상당할 것으로 생각된다.

중학교 수학과 교육과정을 비교한 결과, 우리나라와 일본에서 다루는 주요 내용은 거의 비슷하였으나 우리나라가 '수와 연산', '문자와 식', '기하' 영역을 강조하는 반면 일본은 '함수'와 '확률과 통계' 영역을 강조하고 있음을 알 수 있었다. 특히, 일본은 함수 영역에서는 두 개의 수

량 관계를 식으로 나타내는 것이 곤란해도 기준에 학습해 온 표나 그래프를 이용하여 변화나 대응 모습을 조사하고 그 특징을 분명히 하는 것을 다루고 있었다. 이러한 경험을 통해 학생들은 함수 관계를 이해하고 이를 사상(mapping)의 고찰에 활용하는 태도를 기를 수 있을 것이다. 또한 일본은 컴퓨터를 이용하여 모집단에서 표본을 꺼내 표본의 경향을 조사하고 모집단의 경향을 읽어 내는 것까지를 중학교에서 다루도록 하고 있었다. 일본의 중학교 수학 수업 시수를 살펴본 결과, 우리나라보다 11단위 정도를 더 이수하는 것으로 나타났다. 단위당 수업시간이 우리나라는 45분, 일본은 50분임을 고려할 때 연간 전체 수업 시간에서 일본이 약 40시간(2420분)을 더 많이 할애하고 있는 것이다. 이는 관찰이나 실험을 통해 수학적 지식과 기능을 습득하고 이를 표현하는 활동을 강조하는 것과 무관하지 않을 것으로 생각된다.

일본의 국가수준 학업성취도 평가인 전국학력학습상황조사의 가장 두드러진 특징은 국어와 수학 과목의 평가를 학교에서 배운 지식과 기술을 묻는 A형과 함께, 이러한 지식과 기술을 특정 맥락에 적용할 수 있는 지를 묻는 B형 평가를 시행하는 점이다. 특히, B형에 사용되는 '활용' 문제는 어떤 장면에서 어떤 수학적 지식과 기능 등이 사용되거나 또는 각각의 장면에서 학생들의 어떤 능력을 평가하려고 하는지를 명확히 하기 위해 평가들에 수학 내용 영역뿐만 아니라 그 해당 수학적 지식과 기능 등을 활용하는 문맥이나 상황, 문제해결에 사용되는 수학적 과정을 반영하고 있었다. 또한, 평가 결과를 토대로 학생들의 이해 상태를 면밀히 파악하기 위해 주관식 문제와 채점 시 해답 유형을 다양화하였다.

일본은 PISA 결과가 낮음에 자극을 받아 2007년부터 전국학력학습상황조사를 시행하고 있는데,

이 평가가 순기능적 작용만을 한 것은 아니다. 전국학력학습상황조사의 B영역 문항들은 PISA 문항과 매우 유사하기 때문에 일본 내에서 전국학력학습상황조사는 ‘PISA형 테스트’라 불리기도 한다. 특히, 이 시험 결과로 각 현의 순위를 매기고, 교사들은 학교 순위를 높이기 위해 아이들에게 PISA형 학습을 시키며 학부모들은 자녀를 사설학원에 보내고 있다고 한다(시사인 라이브, 2013.12.25).

본 연구를 통해 찾은 결과를 바탕으로 교육적 시사점을 논의하면 다음과 같다.

첫째, 일본은 수학적 사고력·판단력·표현력을 핵심역량이라고 하고, 이 핵심 역량들을 달성할 수 있도록 수학을 현상에서 관찰하고 표현하는 수학적화, 수학을 활용하는 문제해결을 초등학교와 중학교 수학교육에서 강조하고 있었다. 구체적으로 일본은 핵심역량을 키우기 위해 구체적으로 교육과정과 교과서, 평가에서 학습한 내용을 생활과 관련시켜 구체적인 사건 해결에 활용하게 하며, 자신의 생각을 수학적으로 표현하고, 근거를 제시하여 설명하게 하거나 논의하게 한다. 따라서 우리나라의 수학과 교육과정 개정에서 학습 내용의 선정과 조직에 이러한 경향을 보다 적극적으로 반영할 필요가 있다.

둘째, 우리나라는 수학적 창의성 발현을 돕기 위해 수학적 과정을 강조한다. 그러나 류희찬 외(2012), 정상권 외(2012)의 연구에 따르면 교육과정 문서의 ‘교수·학습 방법’에서 창의 중심 수학과 교육과정의 목표를 달성하기 위해 어떻게 해야 하는 지 등이 구체적으로 제시되지 않고 있고(류희찬 외, 2012), 현장의 수학 교사들은 새 교육과정에서 강조하는 수학적 과정 중심의 교육과정 운영을 어려워하고 있다. 따라서 일본 교육과정의 ‘지도계획의 작성과 내용 다루기’와 같이 보다 구체적인 교수·학습 방법을 교육과정에 명시하는 것을 고려할 필요가 있다. 또한 다

양한 수학 활동을 통한 수학적 문제해결 및 수학적 추론, 의사소통이 이루어질 수 있는 충분한 시간의 확보가 요구된다. 이는 4차 교육과정 이래로 강조해 온 문제해결능력 신장과는 무관하지 않을 것이다.

셋째, 학년별 일부 내용 요소와 도입 시기를 비교한 결과를 바탕으로 학생들의 학년성과 교육내용의 적정성을 고려하여 과감히 삭제해야 할 부분과 교육내용의 상향이 필요한 부분이 어떤 부분인지를 논의할 때 본 연구 결과를 참조할 수 있다. 이때 학생이 수학적 활동을 즐기고 수학을 학습하는 의의를 실감할 수 있게 하는 것을 고려해야 할 것이다.

넷째, 우리나라 교육과정 개정을 논의할 때 학습량 경감을 통한 학생의 학습 부담을 줄여 주는 것도 중요하나 연계성 측면을 고려할 필요가 있다. 우리나라는 2009 개정 수학과 교육과정에서 학습량 경감을 위해 학년간의 연결성 부분을 약화시켰다. 그러나 일본은 새로운 내용을 학습시킬 때 이전 학습의 내용을 적절히 반복시키고 있다(문부과학성, 2008b). 학생의 입장에서 적절한 복습은 새로운 내용을 학습하는데 도움이 될 수 있고, 교사에게도 학생들이 이전 학년에서 어떤 내용을 학습했는지를 알 수 있어 수업을 하는데 도움이 될 수 있다.

다섯째, 수학적 다양성의 측면에서 국가수준 학업 성취도 평가나 교과서 문항 등에서 평가 문항의 평가 체제, 평가틀, 문항 성격 등에 대한 연구가 다각적인 연구가 필요하다. 이때 학습한 수학적 지식과 기능을 여러 사건을 통합하거나 타 교과나 실생활의 다양한 장면에서 활용하는 것 등을 평가할 수 있는 국가수준의 평가틀과 평가 문항 개발 등도 연구할 필요가 있다. 또한 학생 스스로 문제를 해결할 수 있는 다양한 방법을 고민하고 구상하거나, 그 과정을 되돌아보고 얻은 결과의 의미를 생각할 수 있게 하는 평

가 즉, 학습을 위한 평가 본연의 목적을 살릴 수 있는 평가에 대한 심층적인 연구도 필요하다.

참 고 문 헌

- 교육과학기술부·부산광역시교육청(2009). 세계 각국의 교육과정 및 운영 사례(II) 일본. 부산: 육일문화사.
- 김선화(2011) **한국과 일본의 중학교 수학 교과서 비교 연구 -문자와 식 영역 중심으로-** 경희대 석사 학위 논문.
- 김선희, 김부미, 안윤경(2014). 수학의 어려움에 관한 기초 분석 연구. 한국과학창의재단.
- 김수진, 박지현, 김현경, 진의남, 이명진, 김지영, 안윤경, 서지희(2012). 수학·과학 성취도 추이 변화 국제비교 연구: TIMSS 2011 결과보고서. 한국교육과정평가원 연구보고 RRE 2012-4-3.
- 류희찬·이광호·강운수·박선용·신인선·신재홍(2012). 외국의 수학교육현황 조사 연구. 한국과학창의재단 연구 보고서(정책연구 2012-6).
- 손지민(2009). **한국과 일본의 중학교 수학 교과서 비교 분석-기하 영역을 중심으로-**. 계명대학교 교육대학원 석사 학위 논문.
- 송미영, 임해미, 최혁준, 박혜영, 손수경(2013). OECD 국제 학업성취도 평가 연구: PISA 2012 결과 보고서. 한국교육과정평가원 연구보고 RRE 2013-6-1.
- 시사인 라이브(2013.12.25). 일본은 PISA앞에선 왜 강해지는가. Available from : <http://www.sisainlive.com/news/articleView.html?idxno=18766>
- 이재춘(2008). **우리나라와 일본의 초등학교 수학 교과서 비교 연구-4학년을 중심으로-**. 진주교육대학교 교육대학원 석사 학위 논문.
- 이정애(2013). **한국과 일본의 초등 수학교과서 비교 연구 : 측정 영역을 중심으로**. 서울대학교 교육대학원 석사 학위 논문.
- 정재희(2010). **한국과 일본의 중학교 수학과 교육과정 비교 연구 - 한국의 2007 개정과 일본의 2008 개정 교육과정 중심으로-**. 경희대학교 교육대학원 석사 학위 논문.
- 정상권·이경화·유연주·신보미·김구연(2012). 과정 중심의 수학교과 평가방안 연구. 한국과학창의재단 연구 보고서(정책연구 2012-1).
- 조운동·윤용식(2014). 핵심 역량 육성의 관점에서 비교한 한국과 일본의 수학과 교육과정. **수학교육학연구**, 24(1), 45-65.
- 조운동, 이광상, 전영주, 김동영(2013). 2012년 국가수준 학업성취도 평가 결과 분석: 수학. 한국교육과정 평가원 연구자료 ORM 2013-37-3.
- CRET(Center for Research on Educational Test) (2007). *Comparison between PISA and Japan's National Achievement Test B-test*. Available from : <http://www.cret.or.jp/files/fd6c0b98dbf92ff306028b80de9681c6.pdf>
- Ninomiya, A. & Urabe, M. (2011). Impact of PISA on Education Policy - *The Case of Japan*. *Pacific-Asian Education*, 23(1), 23-30.
- OECD(2014). *Japan - Country Note : Programme for International Student Assessment (PISA) Results from PISA 2012*. Available from : <http://www.oecd.org/pisa/keyfindings/PISA-2012-results-japan.pdf>
- Statistics Japan(2014). National Achievement Test. Available from : <http://stats-japan.com/t/kiji/12090>
- 國立教育政策研究所(2012a). 平成24年度 全國學力·學習狀況調査 解説資料 小學校 算數.
- 國立教育政策研究所(2012b). 平成24年度 全國學力·學習狀況調査 解説資料 中學校 數學.
- 國立教育政策研究所(2012c). 小學校第6學年 算數A.

- 國立教育政策研究所(2012d). 小學校第 6 學年 算數 B.
- 國立教育政策研究所(2012e). 解說資料 小學校 算數.
- 國立教育政策研究所(2012f). 中學校第 3 學年
數學 A
- 國立教育政策研究所(2012g). 中學校第 3 學年 數學 B
- 國立教育政策研究所(2012h). 解說資料. 中學校 數學.
- 教育出版(2012). 小學算數. 6 年下
- 文部科學省(2008a). 小學校新學習指導要領, 算數
編, 文部科學省.
- 文部科學省(2008b). 中學校新學習指導要領解說, 數
學編, 文部科學省.
- 日本文教出版(2012). 小學算數. 6 下

A Comparative Study of Mathematics Curriculum and National Assessment Between Japan and Korea

Rim, Haemeo (Korea Institute for Curriculum and Evaluation)

Kim, Bumi (Wonkwang University)

This research investigated the Revised mathematics curriculum and the National Achievement Test of Japan that advanced by leaps and bounds in PISA 2012. As compared with Korea, Japan shows similar trends in the affective domain and the cognitive domain of international achievement test.

To put it concretely, this research compared and analyzed the mathematics contents domain of the 2009 revised mathematics curriculum of Korea and the 2008 revised mathematics curriculum of Japan being applied. The analysis was conducted in many aspects including overall of Japanese mathematics education system, the contents to be covered in each grade, and the methods of essential learning themes. We compared the mathematics contents dealt with each country based on the framework of analysis such as <Table III-1>. Also, this research

compared and analyzed overview of evaluation system, assessment frame, item characteristic, type of item of NAEA, NAT, and PISA.

The results show the introduction time, the degree of deepening themes handled in each country, common themes and topics were very similar between Korea and Japan. But content area of Japan and Korea have been highlighted in the curriculum of middle school and elementary school in each are different. We know that Test B of NAT also emphasized the use of mathematical knowledge.

Form the results, we obtained the basic data for the improvement of the next our curriculum. In addition, this results suggests the implications for the improvement of school mathematics curriculum of Korea.

* Key Words : 일본의 수학과 교육과정(Mathematics curriculum of JAPAN), 학습지도요령(curriculum of JAPAN), 전국학력학습상황조사(National Achievement Test; NAT), 2009 개정 수학과 교육과정(the 2009 revised mathematics curriculum of Korea), 국가수준 학업성취도 평가(National Assessment of Educational Achievement; NAEA), PISA(Programme for International Student Assessment), 비교 분석(comparative analysis)

논문접수 : 2014. 5. 4

논문수정 : 2014. 6. 18

심사완료 : 2014. 6. 20