



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

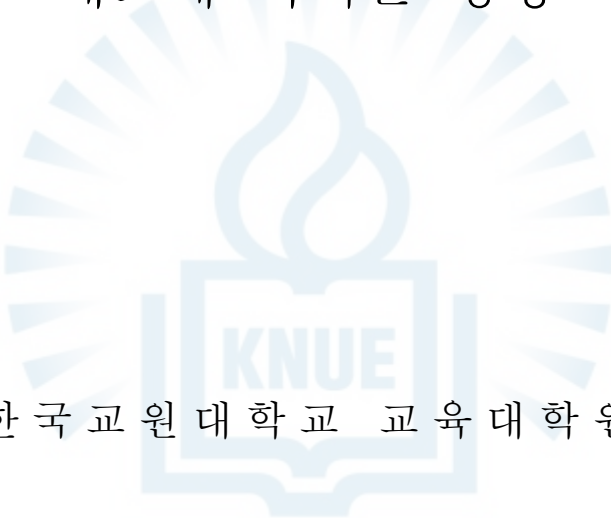
저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

석사학위논문

하브루타를 활용한 기후변화
교수학습이 고등학생의 과학에 대한
태도에 미치는 영향



한국교원대학교 교육대학원

지구과학교육전공

정 해 립

2020 년 2월

하브루타를 활용한 기후변화
교수학습이 고등학생의 과학에 대한
태도에 미치는 영향

지도교수 김 학 성

이 논문을 교육학석사(지구과학교육)학위 논문으로 제출함

한 국 교 원 대 학 교 교 육 대 학 원

지 구 과 학 교 육 전 공

정 해 립

2020 년 2 월

정해림의

교육학석사(지구과학교육)학위 논문을 인준함

심사위원장 손 정 주 인

심 사 위 원 경 재 복 인

심 사 위 원 김 학 성 인

한 국 교 원 대 학 교 교 육 대 학 원

2020 년 2 월

목 차

목 차	i
표 목차	iii
그림 목차	iv
부록 목차	v
논 문 요 약	vi
I. 서론	1
1. 연구의 필요성	1
2. 연구의 목적	4
3. 연구 문제	5
4. 연구의 제한점	6
II. 이론적 배경	7
1. 하브루타의 정의	7
2. 하브루타 수업	8
3. 질문 만들기	10
4. 과학 관련 태도	13
5. 선행 연구의 고찰	14

Ⅲ. 연구 절차 및 방법	19
1. 연구설계	19
2. 검사 도구 및 자료 처리	22
3. 자료 분석 방법	25
Ⅳ. 연구 결과 및 논의	26
1. 하브루타 수업모형을 적용한 교수학습 과정안 구안	26
2. 과학에 대한 태도 검사 결과	43
Ⅴ. 결론 및 제언	52
1. 결론	52
2. 제언	54
참고 문헌	55
ABSTRACT	59
부록	61

표 목차

표 II-1.	하브루타 모형과 수업내용	9
표 II-2.	질문의 유형	11
표 III-1.	연구 절차 및 기간	21
표 III-2.	과학에 대한 태도 검사지의 영역별 세부 내용 및 신뢰도	23
표 IV-1.	질문 중심 하브루타 수업단계	27
표 IV-2.	논쟁 중심 하브루타 수업단계	28
표 IV-3.	비교 중심 하브루타 수업단계	29
표 IV-4.	친구 가르치기 하브루타 수업단계	30
표 IV-5.	문제 만들기 하브루타 수업단계	30
표 IV-6.	2015 개정 교육과정 지구과학 I 성취기준 및 평가기준	32
표 IV-7.	지구과학 I 교과서의 ‘기후변화’ 단원구성, 교육과정 성취 기준 및 지도목표, 소주제명	33
표 IV-8.	‘기후변화’ 단원의 차시별 학습주제, 수업모형, 학습목표	34
표 IV-9.	과학에 대한 태도 사전, 사후 대응표본 t-검정 결과	43
표 IV-10.	하위 영역별 과학에 대한 태도 대응표본 t-검정 결과	45
표 IV-11.	사전 사후 점수 변화가 가장 큰 상위 5개 문항	46
표 IV-12.	반응조사 문항별 응답	47

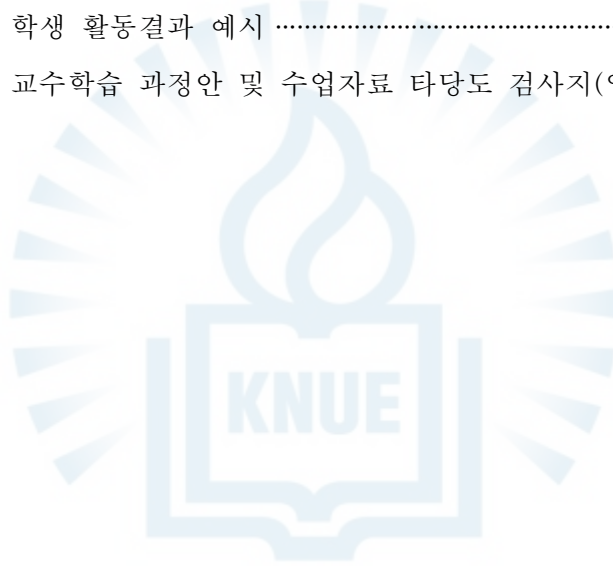
그림 목차

그림 IV-1.	하브루타 교수학습 과정안 1, 2차시 형태	37
그림 IV-2.	하브루타 교수학습 과정안 3, 6차시 형태	38
그림 IV-3.	하브루타 교수학습 과정안 4, 5차시 형태	39



부록 목차

【부록 1】	과학에 대한 태도 검사지	61
【부록 2】	문항별 사전 사후 평균 점수	62
【부록 3】	하브루타 수업에 대한 학생들의 인식 설문지	66
【부록 4】	하브루타를 활용한 기후변화 교수학습 과정안	67
【부록 5】	학생 활동지 및 수업(읽기)자료	80
【부록 6】	학생 활동결과 예시	120
【부록 7】	교수학습 과정안 및 수업자료 타당도 검사지(양식)	129



논 문 요 약

하브루타를 활용한 기후변화 교수학습이
고등학생의 과학에 대한 태도에 미치는 영향

정 해 립

한국교원대학교 교육대학원 지구과학교육전공
(지도교수 김 학 성)

본 연구에서는 하브루타 수업을 활용한 지구과학 I ‘기후변화’ 단원의 수업이 고등학생의 과학에 대한 태도에 어떤 영향을 미치는가를 알아보는 데 목적이 있다. 2015 개정 교육과정(교육부, 2016)과 2015 개정 교육과정 교수학습 자료(교육부, 2018), 교과서를 분석하여 기후변화 단원의 각 차시별 학습 목표를 수립하였으며 적용할 하브루타 수업모형을 선정하였다. 이를 바탕으로 6차시의 교수학습 과정안과 수업자료를 구안하였으며, 전문가 집단의 내용 타당도 검증을 받아 수정·보완하였다. 본 수업은 2019년 9월에 약 3주간 정규수업으로 실시하였고 고등학생들의 과학에 대한 태도는 사전, 사후 검사 결과를 대응표본 t검정을 실시하여 하브루타 기후변화 교수학습의 효과를 분석하였다. 그 결과 하브루타 기후변화 교수학습이 고등학생의 과학에 대한 태도에 통계적으로 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타

났다. 특히 과학에 대한 태도의 하위영역 중 ‘과학 및 과학 학습에 대한 태도(감정적 요소)’와 ‘과학 활동에의 참여(행동적 요소)’에 유의미한 상승이 나타났다. 또한, 다양한 자료들을 바탕으로 기후변화의 요인과 기후변화의 영향 및 대책에 대해 학습자 중심의 하브루타 교수학습이 이루어졌다. 하브루타 수업에서 학습자는 궁금한 내용을 스스로 질문을 만들고, 동료와 자유롭게 질문하고 토론함으로써 수업에 능동적으로 참여하였고, 이는 과학과 과학 학습에 대해 긍정적인 인식과 감정을 가지게 하였으며 과학 활동에의 참여도 이끌어냈다. 그러므로 지구과학 기후변화 단원에서 하브루타 수업은 전통적 교사 강의 위주 수업의 대안으로 제시할 수 있다.



※ 이 논문은 2020년 2월 한국교원대학교 대학원위원회에 제출된 교육학 석사 (지구과학교육)학위 논문임.

I. 서론

1. 연구의 필요성

현대 사회는 4차 산업혁명이라 불리는 기술 융합의 시대를 맞아 인공지능과의 공존, 직업 세계의 변화, 한편으로는 갈수록 심해지는 지구온난화와 환경문제에 직면해있다. 교육도 이에 발맞추어 목표가 변화하고 있으며 2015 개정 교육과정의 목표는 바른 인성을 갖춘 창의 융합형 인재 양성으로, 이를 위해 역량 중심 교육과정과 학생 중심수업을 지향하고 있다. 이제 지식 암기 위주의 수업에서 벗어나 학생들이 스스로 생각하는 힘을 기르고 더 나아가 문제해결능력과 더불어 살아가는 인성을 함양할 수 있도록 해야 한다. 그러나 현재 우리나라 교실의 모습은 앞에서 열심히 강의하는 교사와 질문하지 않고 말없이 필기하는 학생들, 한편에는 옆드려 자고 있는 학생들인 풍경이 여전히 많다. 현행 교육과정에 대한 진단 결과도 이러한 강의식, 주입식 학교수업의 실태를 뒷받침한다. 한국교육과정평가원의 심포지엄(주형미, 2016)에서 지금의 학교는 여전히 주입식 교육을 하고 있고 그 과정에서 학생들은 학습의 즐거움을 경험하지 못하고 있다고 평가하였다. 또한 김성숙 외(2013)의 TIMSS 2011 분석결과에서도 우리나라 학생들의 과학 학습에 대한 자신감이나 가치 인식 정도는 국제수준에 비해 매우 낮은 것으로 나타났다. 학습에 대한 행복과 자기효능감은 청소년들의 학습동기에 긍정적인 영향을 미친다는 강민정(2014)의 연구결과를 바탕으로 볼 때 우리나라 학생들의 과학 학습 동기는 매우 낮을 수밖에 없다. 이런 배경에서 수업의 변화, 특히 고등학교 과학 수업의 변화가 필요함을 알 수 있다.

최근 강의식 수업 일변도에서 벗어나 다양한 협동학습과 거꾸로 수업,

프로젝트 수업, STEAM 수업 등의 연구와 교수학습에 관한 교사 연수가 활발하게 이루어지고 있다. 서울시 교육청은 2015년 ‘질문이 있는 교실’을 교육지표로 정하고, 질문하고 토론하며 협력하는 활기 넘치는 교실을 구현하는 것을 목표로 하였다. 더불어 질문과 토론을 중요시하는 하브루타 학습법과 수업에 대한 관심도 최근 증가하고 있다.

유대인의 공부법인 하브루타는 짝을 지어 질문하고 대화하며 토론하고 논쟁하는 것을 의미하며 부모와 자녀가 이야기를 나누고, 친구, 동료와 이야기를 나누는 것을 말한다(전성수, 2012). 하브루타식 교육법은 학습자의 질문에 대해 바로 정답을 알려주는 것이 아니라 학습자 스스로 생각하도록 이끌어 정답의 노예로 지쳐있는 아이들을 해답의 주인으로 되돌릴 수 있도록 도와준다.(유상은, 2014). 또 하브루타 교육은 학생들의 언어표현력과 창의적 성격 형성에 기여하며(이중화, 2015) 깊이 있는 사고를 가능하게 한다.

한편, 2015개정 교육과정 지구과학 I에서 ‘기후변화’는 SSI를 포함한 단원으로서 기후변화에 대한 과학적 지식을 아는 것과 동시에 조사와 논쟁, 토론을 통해 학생들이 기후변화에 대해 실제로 생각해보고 대책에 대한 올바른 가치관과 의식을 갖는 것이 성취목표이다. 이러한 성취기준을 달성하기 위해서는 교사 주도의 지식 위주의 수업보다는 학습자 주도의 활동 중심 수업이 더 효과적이며 이는 질문과 대화, 토론을 바탕으로 하는 수업을 통해 실현될 수 있다.

오승민(2013)은 자기 질문 전략을 활용한 과학 수업이 학생들의 과학적 태도에 긍정적인 영향을 준다고 하였고, 강지나(2016)는 질문중심 하브루타 수업이 학생들의 과학에 대한 태도에 긍정적인 영향을 준다고 하였다. 이러한 질문과 토론을 바탕으로 한 하브루타 수업이 지구과학 교과에서 이루어진다면 학생들의 과학에 대한 태도에는 어떤 영향을 주는지 연구해 볼

필요가 있다. 하브루타 기후변화 교수학습을 통해 학생들의 과학에 대한 인식과 과학 교수학습에 대한 정의적 태도에 변화가 생긴다면 과학에 대한 태도에도 긍정적인 영향을 줄 것이다.

이에 본 연구에서는 지구과학에서 하브루타를 활용한 기후변화 교수학습 과정을 구안하고, 하브루타를 활용한 기후변화 수업이 학생들의 과학에 대한 태도에 어떠한 영향을 미치는지를 알아보고자 한다.



2. 연구의 목적

본 연구는 고등학교 학생들을 대상으로 하브루타 학습법과 하브루타 수업모형을 적용한 지구과학 기후변화 교수학습 과정안을 구안하고 학교 현장에 적용한 후, 구안한 교수학습 과정안이 학생들의 과학에 대한 태도에 미치는 영향에 대해 알아보는데 그 목적을 두었다.



3. 연구 문제

본 연구의 문제는 다음과 같다.

첫째, 2015 개정 과학과 교육과정의 내용을 바탕으로 하브루타 수업모형을 활용한 지구과학 I 기후변화 단원의 교수학습 과정안을 구안할 수 있는가?

둘째, 구안된 교수학습 과정안은 고등학생들의 과학에 대한 태도에 어떤 영향을 미치는가?



4. 연구의 제한점

본 연구를 수행함에 있어서 다음과 같은 제한점이 있다.

첫째, 본 연구는 경기도 B시의 일반계 W고등학교 2학년 지구과학 I 을 이수하는 2학년 50명에게만 적용한 결과이므로 다른 지역과 학교에 일반화하기에는 한계가 있다.

둘째, 본 연구에서 하브루타 수업모형을 적용한 교수학습은 6차시로, 정규 교과과정 중 9월 둘째~넷째 주에 걸쳐 비교적 짧은 기간 실시하였고 지구과학 I 의 단원 중에서 학생들의 질문과 토론을 이끌어내기에 비교적 용이한 ‘기후변화’ 단원을 선정하였기에 지구과학 모든 단원에 적용하여 일반화하기에는 한계가 있다.

셋째, 하브루타 교수학습 과정안의 적용 효과로 학생들의 과학에 대한 태도에 관한 연구 방법은 정량적으로 제한한다.

II. 이론적 배경

이 장에서는 하브루타의 개념과 원리, 하브루타 수업, 과학에 대한 태도에 대한 이론적 고찰과 하브루타 수업과 기후변화 교수학습에 대한 선행연구를 살펴보고자 한다.

1. 하브루타의 정의

‘하브루타(Havruta)’는 유대인들의 전통적인 토론 학습 방법이다. 그들의 고등교육 기관인 예시바에서 둘씩 짝을 지어 격렬하게 토론하고 논쟁하면서 공부하는 것을 말하며 히브리어로 ‘친구’를 뜻하는 ‘하베르’에서 유래한 말이다(하브루타 수업연구회, 2015). 우리나라에 하브루타를 도입한 전성수(2012)는 하브루타를 ‘짝을 지어 질문하고, 대화하며, 토론하고 논쟁하는 것’이라고 하였다. 예시바에서의 학습은 친구를 통해 배우는 것으로, 서로 짝을 지어 공부를 한다. 하브루타는 보통 두 명이 짝을 지어 파트너십으로 공부하는 것을 말하는데 가끔은 여러 명이 하는 경우도 있지만, 대개 4명을 넘지 않는다. 유대인들은 이렇게 오랫동안 파트너와 함께 그들의 경전인 토라와 탈무드를 연구해왔다.

유대인들이 하브루타를 하는 과정에서 질문은 필수적이다. 꼬리에 꼬리를 무는 질문으로 더 깊이 이해하고 사고를 확장시킬 수 있다. 이처럼 하브루타에서는 사물이나 현상의 의미를 파악하고 그 속에서 서로의 통찰력을 공유하는 상대방과의 상호작용을 중요하게 생각한다(Kent, 2010).

하브루타는 학습자가 중심이 되고, 텍스트를 해석하는 데 있어 개인의 내적 혹은 대인 관계적 활동이 중요한 협력적 텍스트 해석 활동이라고 할 수 있다(김보경, 2016). 이러한 텍스트 해석 활동에는 텍스트에 대한 다양

한 생각들을 상대방과 공유하거나 논쟁하는 것도 포함된다. 이러한 점에서 어떠한 텍스트를 학습자에게 제공하느냐가 매우 중요하다고 할 수 있다.

2. 하브루타 수업

가. 하브루타 수업의 특징

하브루타는 원래는 함께 토론하는 파트너 자체를 일컫는 말이었으나 이체는 짝을 지어 질문하고 토론하는 교육방법으로 그 개념이 확대되었다(전성수, 2014). 하브루타 수업은 이러한 교육방법을 부분 또는 수업 시간 전체에 적용한 수업을 말한다.

원래 유대인의 하브루타에는 모둠 토론이 없다. 개별활동으로 각자 탈무드를 읽고, 짝 토론으로 질문과 논쟁을 한다. 그리고 랍비에 의해 쉬우르가 이루어진다. 여기서 하브루타를 우리나라 교실 환경에 맞게 적용하기 위해 모둠토론과 발표가 포함되었다. 짝 토론을 전체가 공유하기란 쉽지 않기 때문이다. 또한 우리나라에서 기존에 하던 토의·토론 수업과의 차이점은 개별활동과 짝 토론이 포함되어 있다는 점이다. 이전에는 교사가 과제를 주면 바로 모둠에서 토의가 이루어졌다. 이는 모둠에서 소외 학생을 낳거나, 적극적 학생 한두 명에 의해 의사가 결정되는 결과를 초래한다. 하지만 개별 활동을 통해 모든 학생이 생각하게 하고, 짝 토론을 통해 모든 학생이 말하게 하는 것이 하브루타 수업의 특징이다(이성일, 2018).

나. 하브루타 수업 모형

학교에서 하브루타 수업은 크게 친구 가르치기 하브루타, 질문중심 하브루타, 논쟁 중심 하브루타, 비교중심 하브루타, 문제 만들기 하브루타의 형태로 나누어 질 수 있다(전성수, 2014). 이러한 형태의 모형은 정해진 틀이 아니라 수업의 형태에 따라 혼합되거나 모형의 일부분만을 사용하여 변형될 수 있다. 또한 기존의 과학과 수업 모형에 질문과 짝 대화를 추가하는 형태로 하브루타 수업이 진행 될 수도 있다(양경윤 외, 2016).

이성일(2018)은 하브루타 모형과 그 모형에 따른 수업에 적합한 내용을 표 II-1 과 같이 제시하였다.

표 II-1. 하브루타 모형과 수업 내용 (이성일, 2018).

하브루타 모형	수업에 적합한 내용
질문 만들기 하브루타	내용 이해, 지식을 삶과 연결
과제 해결 하브루타	탐구 활동, 생각 열기, 문제 해결
친구 가르치기 하브루타	주요 개념 이해, 오래 기억하기
근거 만들기 하브루타	찬반 대립 주제, 논술 수업
비교 하브루타	공통점과 차이점
문제 만들기 하브루타	단원 정리, 시험 기간 전 복습
탈무드 하브루타 러닝	찬반 논쟁 토론

이와 같이 여러 가지 하브루타 수업모형이 있지만 하브루타 수업은 일반적으로 다음과 같은 절차로 진행된다.

1단계는 개별활동으로서 개인별로 교과서나 자료를 읽고 질문을 만들거나, 주어진 과제에 대한 해결책을 만든다. 2단계는 짝 토론으로 개인별로

만든 질문이나 해결방안을 짝과 의논해 더 나은 질문이나 해결책을 선택한다. 가능한 자신의 생각이 선택될 수 있도록 상대방을 설득하게 한다. 이때 활발한 대화와 토론, 논쟁이 이루어진다. 상대방의 질문을 듣는 과정에서 경청의 자세가, 질문에 답하기 위해서 사고력이, 선택하는 과정에서 수용의 태도가 길러진다. 3단계는 모둠 토론으로서 짝 토론에서 만든 질문이나 해결 방안을 모둠에서 토론해 더 나은 질문이나 해결방안을 선택한다. 이 과정에서 내용을 가다듬어 질문과 해결 방안의 수준을 높인다. 활발한 의사소통과 사고의 확장이 일어나는 단계이다. 4단계는 발표로서 모둠별로 질문이나 해결방안을 발표하고 공유한다. 발표를 통해 ‘개별 활동- 짝 토론- 모둠 토론’으로 만들어진 생각이 전체와 공유된다. 모둠별 해결방안은 하나의 문제에 대한 다양한 해결책이 있음을 알게 한다. 시간에 따라 모든 모둠의 발표는 생략하고 판서만으로 대체할 수도 있다. 다양한 질문이나 해결 방안 등을 읽는 것만으로도 의미가 있다. 마지막 5단계인 쉬우르는 유대인 전통 학교인 예시바에서 짝끼리 탈무드로 논쟁한 내용을 랍비가 전체 학생과 질문과 토론을 통해 정리하는 시간이다. 마찬가지로 교사는 이제까지 나온 내용을 중심으로 질문과 토론을 통해 전체 학생과 나눈다. 또한 질문을 수업 내용과 연결해 학생들이 종합하고 정리할 수 있도록 도와준다.

3. 질문 만들기

학생들은 질문을 하면서 생각을 하고 의미를 찾으면서 그것을 자신이 이미 알고 있는 개념과 연결 짓는다. 이것이 인지 이론에서 말하는 학습의 과정이며, 이 과정을 통해 기존의 지식과 새로운 지식이 구조화된다(Resnick, 1989). King(1992)은 학습의 과정에서 학생 자신이 질문을 만들어보는 전

략은 학습을 촉진시키고, 사고력도 발달시킨다고 한 바 있다. 또한 질문은 학습자의 메타인지를 촉진하기도 한다. 학생은 질문을 하면서 자신이 공부한 것을 점검하고, 선 개념을 확인하며, 이러한 과정을 거쳐 수업에 보다 적극성을 갖게 된다(김성근, 1998). 이렇게 적극적인 태도를 가지게 된 학습자는 자연스럽게 과학적 인식과 탐구에 대해 향상을 보이고 이는 수업의 변화를 유도하는 핵심적 요소가 된다(Watts, 1997).

그러나 우리나라 학생들은 수업에서 질문을 만들고 질문을 하는 것이 낯설고 어려운 경우가 많다. 또한 처음에 학생들은 질문을 만드는 것이 막막하여 학습내용과 아예 동떨어진 질문이나 도저히 답을 할 수 없는 질문을 만들 수도 있다. 그래서 학생들이 하는 질문은 질적으로도 살펴볼 필요가 있다. 교사는 학생들이 하는 질문의 성격과 수준을 파악하여 질문이 학습 주제와 연관이 있고 질문의 수준이 높아질 수 있도록 질문전략을 제시해주어야 한다. 학생들이 질문 틀을 이용한 질문생성전략을 익히게 한 다음 수업 내용에 대한 질문과 답을 하는 활동에서 더 나은 성취를 보였고 언어적 상호작용에서도 높은 수준의 질문과 설명을 한다는 결과가 있다(King, 1988).

학생들이 하는 질문의 유형은 다음 표 II-2와 같이 분류할 수 있다. 이 질문의 유형은 Chin 등(2002)의 질문 분류 체계를 기준으로 배진호와 김정아(2008), 김미경과 김희백(2007)의 질문 분류 틀을 참고하여 이윤경 등(2015)이 수정·보완한 것이다.

표 II-2. 질문의 유형

유형	분류 기준
기억 질문	단순한 정보의 기억(회상)을 필요로 하는 질문 예) 물질의 세 가지 상태에는 무엇이 있을까?

절차 질문	실험 방법이나 과제를 수행하는 방법에 관한 질문 예) 알코올램프의 불은 어떻게 꺼야 할까?
이해 질문	내용 이해를 위한 용어 설명이나 추가 설명을 필요로 하는 질문 예) 녹말에 아이오딘-아이오딘화 칼륨 용액을 떨어뜨렸을 때 색깔이 변하는 이유는 무엇일까?
예측 질문	조건을 변화시켰을 때 나타날 결과와 관련된 질문 예) 녹말에 떨어뜨리는 아이오딘-아이오딘화 칼륨 용액의 양을 늘리면 색깔 변화는 어떻게 되는가?
변칙 발견 질문	원래 내가 가지고 있던 지식과 다르거나 예상한 것과 다른 정보에 대한 질문 예) 같은 물질일 경우 고체가 액체보다 밀도가 높다고 알고 있는데, 왜 얼음은 물 위에 뜨는 것일까?
적용 질문	학습 내용의 응용 및 실생활 적용과 관련된 질문 예) 우리 주변에서 고체로 이루어진 물체에는 무엇이 있을까?
확장 질문	배운 내용 뿐 아니라 더 나아가 생각의 확장을 나타내는 상위 개념이나 타 개념에 대한 질문 또는 실험 아이디어에 관한 질문 예) 영양소를 검출할 때 색깔변화를 더 뚜렷하게 하는 방법은 무엇이 있을까?

학생들의 어떤 질문을 만드는데 따라 학생들의 토론과 하브루타 수업의 질이 결정된다. 지혜정(2017)은 과학 수업에서 가장 자주 나타나는 질문 유형은 기억 질문, 이해 질문 등에 한정되어 있으며 교사는 학생들이 다양한 유형과 양질의 질문이 만들어질 수 있도록 긍정적인 학습 분위기와 환경을 조성해나가야 한다고 하였다. 이에 본 연구에서는 학생들이 다양한 유형의 질문을 만들 수 있도록 허용적인 분위기를 유도하고 창의적인 질문을 만드는 것을 격려했다.

4. 과학 관련 태도

태도란 학습자가 어떤 사건, 사람, 사물 등 외적 자극에 반응하는 행위에 영향을 미치는 내적인 정신 상태를 말하며, 경험을 통해 학습될 수 있는 속성으로 인식되어 진다(조희영, 박승재, 1995). 학습자는 오랜 기간 학습된 내적 태도에 따라 여러 외적인 활동에 다양하게 반응하게 되고, 미래의 활동과 경험의 선택에도 영향을 미치므로 교육에서의 태도는 매우 중요하며, 과학 교육에서의 태도는 중요한 학습 변인 중 하나이다(조연희, 2005).

태도는 과학에 대한 태도(attitude toward science)와 과학적 태도(scientific attitude)로 나뉜다. 과학에 대한 태도는 사물·사람 등을 평가하려는 학습된 성향으로서 과학에 대한 흥미, 과학자 태도, 과학의 사회적 책임 태도, 과학의 이용에 대한 태도 등으로 나뉜다(Gardner, 1975). 과학적 태도에는 개방성, 정직성, 호기심 등이 속한다. Gardner의 의견을 보면 ‘과학적 태도’는 거의 인지적 입장이고 ‘과학에 대한 태도’는 정의적 입장에 가깝다(이경훈과 우종욱, 1996).

Arntson(1975)은 과학에 대한 태도는 과학을 좋아하거나 혹은 싫어하거나, 과학을 가치 있는 것으로 여기거나 혹은 무가치한 것으로 여기는 성향이며, 이것은 단순한 감정에서부터 과학의 중요한 국면인 목적, 방법, 지식, 과학관련 태도까지도 포함한다고 하였다. 그리고 과학적 태도는 정직성, 개방성, 호기심, 객관성 등 과학자적 특징을 고려하는 것으로 정의할 수 있으며, 과학적 태도를 가진다는 것은 과학적 지식과 방법을 이해하고 추리하는 데 도움을 주기 때문에 중요하다(김성례, 1999). 본 연구에서는 학생들의 과학에 대한 태도 변화를 알아보고자 과학에 대한 태도를 측정하였다.

5. 선행 연구의 고찰

가. 하브루타 활용 수업에 대한 선행연구와 그 결과분석

하브루타 활용 수업에 관한 선행 연구는 하브루타를 적용한 대상과 수업 사례, 하브루타 학습의 효과를 살펴볼 수 있다.

먼저, 하브루타 수업은 초등학생들의 학습 능력에 긍정적인 영향을 준다는 연구결과들이 있다. 초등학교 학생들을 대상으로 한 하브루타 질문수업에서 지혜정(2017)은 학생들의 학습 능력에 미치는 영향을 연구하였는데, 그 결과 자기주도적 학습능력에 유의미한 변화가 있었고 특히 초인지의 향상이 두드러졌다. 논리적 사고력에서는 유의미한 차이가 없었으나 전반적으로 하브루타 수업이 초등학생들의 학습 능력에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 장영숙(2015)은 초등학교 5학년 학생들을 대상으로 ‘우리의 몸’, ‘용해와 용액’ 단원으로 수업을 하여 하브루타 소집단 주제를론 과학수업이 과학탐구능력 및 학업 성취도에 미치는 효과를 연구하였는데, 그 결과 기초탐구능력과 통합탐구 능력 및 과학탐구능력 모두에서 긍정적인 효과를 나타내었다. 학업 성취도에서는 유의미한 결과를 거두지는 않았다. 그밖에 초등학교 5학년 학생들을 대상으로 한 질문중심 하브루타 STEAM 프로그램이 과학탐구 능력 향상에 긍정적인 영향을 주었고 친구와 함께 의견 나누기가 특히 도움이 되었다는 김민경(2016)의 연구결과가 있다.

또한 중·고등학교에서는 하브루타를 활용한 수학 수업의 연구사례들이 있다. 학업 성취도에 대한 연구결과는 연구에 따라 다르게 나타났다.

유재은(2018)의 연구에서 중학교 1학년 학습부진아들에게 하브루타 수학 수업을 실시한 결과 학업 성취도에는 유의미한 차이가 없었고 학습태도 중에서는 가치, 학습 의욕만 유의미한 차이가 있었다. 그러나 김선숙(2018)의

연구에서는 하브루타 수업이 수학 교과에서 고등학생들의 학업성취와 학습 태도에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다. 그리고 하브루타에 참여한 기간이 길수록 학업 성취도의 향상 폭이 크다고 하였다. 수학과에서 하브루타 토론 수업이 고등학생들의 정의적 태도에 긍정적인 변화를 나타냈으며 토론 위주의 수업을 진행해도 새로운 개념을 이해하는 데 전혀 문제가 없었다고 한 윤정훈(2016)의 연구결과를 보면, 고등학교 수업에도 하브루타 토론 수업을 적용할 수 있는 시사점을 얻을 수 있다.

이처럼 하브루타 수업이 학생들의 학업 성취도에 미치는 영향은 연구마다 결과에 차이가 있고 학업 성취도에 있어서는 적용기간과 여러 가지 요인이 결과에 영향을 준다고 볼 수 있다. 그러나 학습 태도와 정의적 영역에 있어서는 대체로 긍정적인 영향을 준다고 볼 수 있다. 이에 본 연구자 역시 개개인의 차이가 큰 학업성취도 보다는 지구과학 교과에서 동기 부여를 할 수 있고 그에 따라 과학에 대한 태도에 긍정적 영향을 줄 것이라는 기대를 가지고 하브루타를 지구과학 수업에 적용하게 되었다. 수업방식이 학생들에게 익숙하지 않은 상태에서는 학생 상호 질문 활동 단계가 학업성취보다는 학습 태도에 있어 유의미한 차이를 나타낼 수 있다는 결론은 임정숙(2009)의 연구결과에서도 찾을 수 있다.

또 다른 선행 연구로는 하브루타 수업에서 이루어지는 학생 간 의사소통의 특성 분석에 관한 것이 있다. 신현재(2016)는 고등학교 1학년 학생들을 대상으로 함수 단원을 친구 가르치기 하브루타를 적용해 수업하며 하브루타 짝과 이루어지는 질문과 의사소통의 특성을 분석하였다. 짝과 교사에게 자신의 궁금한 부분을 질문하는 과정에서 친숙함과 친밀함이 높아지고 자신의 언어로 나타내며 복습하거나 개념을 정리하는 기회를 갖는 장점이 있다고 밝혔다. 반면 수학 내용에 대한 논의보다 수업과 관련 없는 대화들로 전체적으로 분위기가 어수선했어 학생들에게 부정적으로 인식되어 개선이

필요하다고 말했다. 본 연구자 역시 하브루타 수업을 계획하며 학생 간 의사소통에 대한 부분을 철저히 대비 해야했다. 학업성취가 높은 학생들은 대부분 친구 가르치거나 질문 활동을 할 때에 자신이 다른 친구들에게 가르쳐 주어야 하기 때문에 그것에 대해 안 좋게 평가하는 경우가 많다. 이에 자신이 아는 것을 다른 사람에게 잘 설명할 수 있어야 진짜 안다고 말할 수 있으며 그 과정에서 개념이 더 명확히 정리되고 자신이 부정확하게 알고 있던 부분을 점검할 수 있다는 점을 수업 전에 강조하였다. 또한 잡담을 하거나 소란스러운 분위기에 대비하여 동료와 적절한 상호작용을 하는 학습자에게는 태도를 평가에 반영하고 상호작용 하면서 작성한 활동내용도 평가에 반영하겠다고 하였다.

그 밖에 사회과목에 적용한 하브루타 연구결과를 살펴보면, 한동균과 김성욱(2015)은 하브루타 학습법에 기반하여 사회과 수업을 설계하고 적용가능성을 탐색하였는데 그 결과 하브루타 학습법의 현장 가능성이 매우 컸으며 학생들은 지성, 인성, 감성을 신장시킬 수 있었다고 하였다.

하브루타 수업에 관련된 선행 연구를 살펴본 결과 비교적 2015년 이후의 사례가 많았고 고등학교 과학 과목에 적용한 사례는 거의 없었다. 하브루타가 토론 수업 방식과 유사하여 오히려 도덕이나 사회, 독서 수업에 활용된 경우가 많이 있었고 친구와 서로 가르치기를 하는 학습법을 적용하여 수학 교과에 활용한 사례들이 있었다. 또한, 주로 학습 태도에 관한 연구들이 있었다. 이에 본 연구에서는 하브루타를 고등학교 지구과학 수업에 적용하여 앞으로 고등학교 과학 교과에도 하브루타 수업이 이루어질 수 있도록 하는 데 기초자료를 제공하고자 한다.

나. 지구과학 기후변화 단원 교수학습에 대한 선행 연구

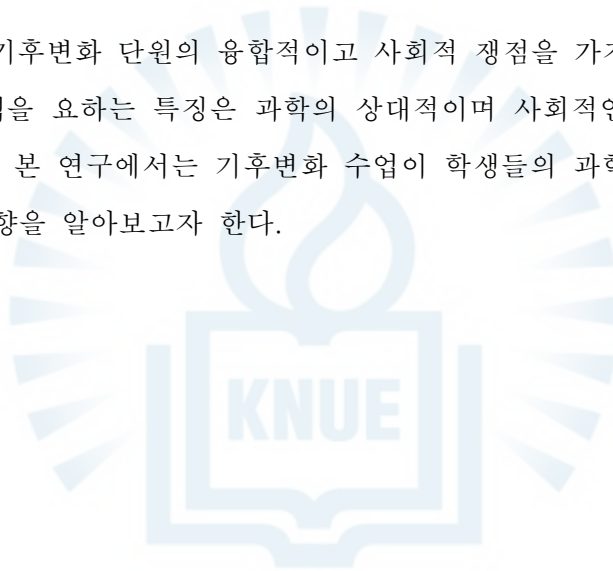
기후변화 문제는 국제적으로 커다란 관심사가 되었으며, 인류는 당면한 주요 과제로 인식하고 있다. 그러나 기후변화 관련 교육 연구는 매우 부족한 가운데 있으며(이지숙 등, 2011), 학생들의 기후변화에 대한 지식이나 인식 수준을 파악하고 교육 자료를 개발할 수 있는 기초 연구가 일부 있으나(길지현과 송신철, 2012; 김상숙, 2011; 이지숙과 정철, 2009; 이지숙 등, 2011) 대부분 기존 환경교육의 소재로 일부 다루어지고 있거나 환경 문제적 측면에서 지구온난화나 온실효과 등과 관련한 인식 조사가 있을 뿐이다(길지현과 송신철, 2012; 길지현 등, 2012; 윤순진, 2009; 이지숙과 정철, 2009; 이지숙 등, 2011).

지구과학에서 기후변화 단원은 과학, 기술, 사회가 얽혀있는 복잡한 융합학문의 단원이며 과학관련 사회적 쟁점(SSI)을 포함하고 있어 지식 전달 위주의 강의식 수업으로는 2015 개정 교육과정에서 제시하는 단원의 성취기준을 온전히 달성하기 어렵다. SSI는 개인에 따라 다양한 관점, 대안 및 해결책을 포함하는 논쟁적이고 비구조화된 문제 상황의 특성을 내포하고 있기 때문에(Sadler 2004; Sadler & Zeidler, 2005; 김선영, 2018) 학생들은 논쟁과 토론을 통해 과학, 기술, 사회의 문제를 인식하고 다양한 관점을 고려하여 문제를 해결하는 과정을 배울 수 있을 것이다.

지구온난화와 관련하여 주로 토론 활동이 적합한 주제는 지구온난화의 두 가지 원인인 인위적 요인과 자연적 요인으로, 찬반 논증이 가능한 지구과학의 주요 주제인 동시에 최근 미국의 파리기후협약 탈퇴 등으로 나타나는 사회문제를 학생들이 과학적 사고를 하고 해결하는 능력을 기를 수 있다(유병호, 2019). 또한 지구 기후변화는 다양한 요인이 있으며 그 요인들의 일부만으로 추론할 경우 학생들이 오개념을 가지기 쉽다.

기후변화 모델링 수업에서 집단지성의 양상을 연구한 하윤희(2018)는 지구 기후변화 모델은 다양한 요인의 영향으로 나타나는 변화를 설명하는 모델이므로, 명확히 규정되는 목표모델(Target mode)을 가지지 않으며, 하나의 과학적 추론으로 설명될 수 없다고 하였다. 즉, 기후변화에 대한 설명을 뒷받침하는 여러 데이터와 그것에서 비롯된 과학적 추론들이 종합되어 ‘기후변화모델’을 구성한다. 학생들 개인은 각자의 기후변화 모델을 구성하며 이를 동료들과 상호작용하고 피드백을 통해 모델을 변형하고 수정해 나갈 수 있다.

위와 같은 기후변화 단원의 융합적이고 사회적 쟁점을 가지고 있으며 종합적 추론능력을 요하는 특징은 과학의 상대적이며 사회적인 속성과 맞닿아 있다. 이에 본 연구에서는 기후변화 수업이 학생들의 과학에 대한 태도에 미치는 영향을 알아보고자 한다.



Ⅲ. 연구 절차 및 방법

본 연구는 하브루타 수업모형을 적용한 지구과학 교수학습을 구안하고, 그 교수학습이 학생의 과학에 대한 태도에 미치는 영향을 알아보기 위한 것으로 연구 절차 및 방법은 다음과 같다.

1. 연구 설계

가. 연구 대상 및 모둠 편성

본 연구는 경기도 B시의 일반계 남녀 공학 고등학교 2학년 지구과학 I 이수 대상자 2개 학급 총 50명을 대상으로 수행되었다. 2개 학급(A, B)에 모두 하브루타 수업을 정규 교육과정 수업으로 실시하였다. A 학급은 모두 지구과학을 선택한 30명의 학급이고, 다른 B 학급은 세 개의 다른 반에서 지구과학 I을 선택한 몇몇 학생들이 모인 20명의 이동반이다. 그에 따라 하브루타 수업의 짝과 모듬은 A학급은 본래 무작위로 앉아있는 원래 자리대로 짝과 모듬을 실시하였고, B학급은 세 학급에서 모인 이동반이므로 학생 간의 아는 정도와 친밀도를 적절히 고려하여 짝과 모듬을 구성하였다.

나. 연구 절차

표 Ⅲ-1은 연구 절차 및 기간을 나타낸다. 본 연구는 2019년 2월에 연구 주제와 연구 단원, 선행 연구 및 이론적 배경 조사가 이루어졌고 9월에 약

3주간 하브루타 수업이 투입되었다. 수업시간은 50분을 한 차시로 총 6차시의 중단원 ‘기후변화’ 단원 수업이 이루어졌다.

선행 연구 및 이론 조사 단계에서는 시중에 출판된 하브루타 수업관련 서적과 하브루타 수업관련 논문들을 조사하였다. 또한, 2015 개정 교육과정 성취기준을 분석하여 하브루타 수업을 실시할 단원을 선정하고 교육과정과 교사용 지도서, 교과서를 분석하여 6차시로 단원 재구성, 차시계획을 수립하였다. 그 결과를 과학교육 전문가에게 1차 타당도 검증을 받았고, 6차시 교수학습 과정안을 세부적으로 구안하였다. 그 후 교육대학원 학기 중에 5인의 전문가 집단에게 2차 타당도 검증과 조언을 받아 과정안을 수정·보완하였다.

기후변화 단원과 하브루타 수업에 필요한 텍스트 자료와 기사자료들을 찾고 수집하여 6차시의 수업자료와 학생활동지를 제작하고 5인의 전문가 집단과 교직경력 5년 이상의 현직교사 2인에게 서면으로 3차 내용 타당도 검증을 받았다. 이를 바탕으로 수업자료를 수정·보완하여 학생들에게 투입하였다.

과학에 대한 태도 사전 검사를 실시하고 바로 하브루타 수업을 실시하였으며 검사도구의 효과를 고려하여 6차시가 끝난 뒤 약 2주 뒤에 사후 검사와 수업에 대한 인식을 알아보기 위한 설문지를 실시하였다.

그 후 결과를 t-검정하여 통계적으로 분석하고 결과에 대한 논의와 결론을 도출하였다.

표 III-1. 연구 절차 및 기간

순	절차	세부 내용	기간
1	이론적 배경 및 문헌 조사	연구의 필요성 및 연구 설계 선행 연구, 이론적 배경 조사	2019. 2.
3	연구 대상 단원 선정	· 연구대상 학년, 반 선정 · 교수학습 단원 선정	2019. 2.
4	교육과정 재구성 및 차시계획	2015 개정 교육과정 지구과학 I 성 취기준, 교과서 분석, 교육과정 재 구성 및 6차시 계획 수립	2019. 2.
5	하브루타 수업 차 시계획 타당도 검증 (1차)	과학 교육 전문가의 하브루타 수 업 차시계획 및 학습목표 타당도 검증	2019. 2. 26.
6	교수학습 과정안 타당도 검증 (2차)	과학 교육 전문가 집단 및 현직 교사에게 6차시 교수학습 과정안 타당도 검증 (교수학습 과정안 수 정·보완)	2019. 8. 1.
7	수업자료 및 학생 활동지 타당도 검증 (3차)	과학 교육 전문가 집단 및 현직교 사에게 6차시 수업자료 및 학생활 동지 내용 타당도 검증 (수업자료 및 학생활동지 수정·보완)	2019. 8. 3주
8	검사지 선정 및 설문지 작성	과학에 대한 태도, 설문지 작성	2019. 8. 3주
9	사전 검사	과학에 대한 태도 사전 검사 실시	2019. 8. (8. 26.~ 9. 3.)
10	수업 처치	하브루타 수업 실시(6차시)	2019. 9. (9. 9.~ 9. 30.)
11	사후 검사 및 학생 설문지 조사	과학에 대한 태도 사후 검사 실시 및 학생 설문지 조사	2019. 10. 14.
12	사후 검사 분석	검사 결과는 대응표본 t검증으로 자료 분석	2019. 10.
13	설문 분석	학생 설문지 결과 분석, 학생 활 동지 결과 정리	2019. 10.
14	결과 해석	결과 분석	2019. 11.~12.

2. 검사 도구 및 자료 처리

가. 과학에 대한 태도 검사

과학에 대한 태도 검사지로는 최성연 등(2007)이 개발한 검사지를 사용하였다. ‘과학의 가치에 대한 인식(인지적 요소)’, ‘과학 및 과학 학습에 대한 태도(감정적 요소)’, ‘과학 활동에의 참여(행동적 요소)’의 세 영역으로 구분하여 총 36문항으로 구성되어 있으며 문항 형식은 5단계 Likert 척도이다. 이 연구에서 사용된 과학에 대한 태도 검사지의 신뢰도 Cronbach α 는 .934이다. 이러한 높은 신뢰도는 문항들 간 내적 일관성을 높게 해준다는 것을 알 수 있었으며 각 하위 영역은 과학에 대한 태도 유형에 속한다고 볼 수 있다. 과학에 대한 태도 검사지의 문항 구성에 대한 구체적인 내용은 표 III-2와 같으며, 검사지는 【부록 1】에 제시되어 있다.

‘과학의 가치에 대한 태도(인지적 요소)’ 영역은 대상물에 대한 개인의 관념과 관련된 것으로 학습자가 받아들이는 과학의 가치에 대한 인지적 정도를 나타낸다. ‘과학 및 과학 학습에 대한 태도(감정적 요소)’ 영역은 대상물에 대한 개인의 감정에 관한 것으로 과학에 대한 태도와 과학 학습에 대한 태도로 구분될 수 있다. ‘과학 활동에의 참여(행동적 요소)’ 영역은 대상물에 대한 개인의 행동적 경향을 나타내는 것이다. 이는 대상물에 대해 학습자가 얼마만큼 참여했는지 정도를 묻는 문항으로 구성되어 있다(최성연 등 2007).

표 III-2. 과학에 대한 태도 검사지의 영역별 세부 내용 및 신뢰도
Cronbach α

영역	세부 범주	문항 번호	문항수	신뢰도
과학의 가치 에 대한 태도 (인지적 요소)	· 학문/직업적 가치	1, 14, 29, 36	4	.836
	· 사회적 가치	13, 25, 26, 35	4	.749
	· 개인적 가치	2, 12, 15, 27	4	.751
과학 및 과학 학습에 대한 태도 (감정적 요소)	· 일반적 태도	3, 11, 24, 34	4	.767
	· 자아 개념	4, 16, 28, 33	4	.833
	· 두려움	5*, 10*, 17*, 23*	4	.776
	· 즐거움	6, 18, 22, 30	4	.861
	· 자기 효능감	9, 20, 21, 32	4	.671
과학 활동에 의 참여 (행동적 요소)	· 과학 활동 참여 정도	7, 8, 18, 31	4	.735
전체			36	.934

(문항 번호의 *는 부정 문항)

과학에 대해 긍정적인 태도를 표현하는 문항의 경우 ‘매우 그렇다’ 5점, ‘그렇다’ 4점, ‘보통이다’ 3점, ‘아니다’ 2점, ‘전혀 아니다’ 1점으로 채점한다. 이와 반대로 과학에 대한 부정적인 태도를 표현하는 경우는 ‘매우 그렇다’ 1점, ‘그렇다’ 2점, ‘보통이다’ 3점, ‘아니다’ 4점, ‘전혀 아니다’ 5점으로 채점하였다.

나. 교수학습 과정 적용 후 하브루타 수업에 대한 학생 의견 조사

하브루타 수업에 대한 학생들의 의견을 알아보기 위해 설문지로 조사하

였으며 설문지는 신현영(2010)이 구성한 것을 본 연구에 맞게 수정·보완하여 사용하였다. 설문지 문항은 하브루타 지구과학 수업에 대한 학생들의 흥미, 하브루타 수업에서 자신의 참여도, 하브루타 수업이 공부에 도움이 되는 정도, 하브루타 수업에 대한 계속 참여 희망을 알아보는 Likert 척도 형식의 4문항과 하브루타 수업의 좋은 점과 아쉬운 점을 알아보는 자유서술형 2문항으로 구성되어있다. 본 연구에 사용한 학생 의견 설문지는 【부록 2】에 수록하였다.



3. 자료 분석 방법

하브루타 교수학습 처치 전, 후의 사전 검사와 사후 검사 결과를 바탕으로 SPSS 대응표본 t-검증을 통해 학생들의 과학에 대한 태도에 미친 영향을 분석한다. 교수학습에 대한 학생 반응 설문조사 결과는 백분율로 환산하여 분석한다.



IV. 연구 결과 및 논의

본 연구는 2015 개정 과학과 교육과정(교육부, 2016)을 바탕으로 하브루타 수업모형을 적용하여 지구과학 I ‘기후변화’ 단원에 대한 6차시의 교수학습 과정안을 구안하였다. 그리고 하브루타 수업모형을 적용한 교수학습이 학생들의 과학에 대한 태도에 미치는 영향을 분석하였다.

1. 하브루타 수업모형을 적용한 교수학습 과정안 구안

가. 하브루타 수업모형

본 연구에서는 하브루타를 적용한 교수학습 과정안을 구안하였고 그 중에서도 전성수(2014)의 하브루타 수업모형을 활용하였다. 원래 하브루타는 ‘짝을 지어 질문하고 대화, 토론 논쟁하는 것’을 일컬으며 그 짝은 일대일이 대표적이고, 4명일수도, 여러 명일수도 있다. 하브루타 수업모형에서는 2명이 하는 짝 토론, 여러 명이 하는 모둠 토론, 교사와 학생 전체가 짝이 되는 전체 토론의 세 가지 구조를 가진다. 학생들끼리 서로 가르치고 배우는 짝 토론 구조는 학생 입장에서 교사가 가르쳐 주는 것보다 편하게 소통 가능하며 수준이 비슷하여 이해가 빠르고 부담 없이 즐겁게 공부할 수 있다는 면에서 효율적이다(전성수, 2014)

강의식 수업에서 하브루타 수업으로 갑자기 바꾸는 것은 학생들이 적응하기 쉽지 않으므로 본 투입에 들어가기 전부터 평소처럼 하는 강의식 수업 마무리에 10분 정도 ‘친구 가르치기 하브루타’를 도입하여 학생들의 적응력과 의사소통능력을 길러주고 하브루타 수업을 적용하는 것이 좋다.

전성수(2014)가 제시한 하브루타 수업모형 다섯 가지는 다음과 같다.

1) 질문 중심 하브루타 수업

학생들이 본문을 읽고 질문을 만들어서 먼저 짝과 일대일 토론을 한 다음 둘이 가장 좋은 질문을 뽑고, 그 뽑힌 질문으로 모둠끼리 토론을 거쳐 모둠에서 가장 좋은 질문을 뽑는다. 그 질문을 가지고 모둠에서 집중 토론을 한 후 그 내용을 정리 발표하고, 교사가 쉬우르(정리)하는 방식이다.

표 IV-1은 질문중심 하브루타 수업 단계를 나타낸 것이다.

표 IV-1. 질문중심 하브루타 수업단계

순	단계	활동 내용
1	질문 만들기	<ul style="list-style-type: none"> - 교재(텍스트) 읽고 질문 만들기 - 만든 질문을 유형 별로 구분하기
2	짝토론	<ul style="list-style-type: none"> - 질문을 만든 이유와 질문에 대한 생각 말하기 - 만든 질문으로 둘씩 짝지어 토론하기 - 짝과의 질문 중에서 좋은 질문 뽑기
3	모둠토론	<ul style="list-style-type: none"> - 짝 토론에서 선정한 질문 나누기 - 가장 좋은 질문 뽑기 - 토론 내용 정리하기
4	발표	<ul style="list-style-type: none"> - 모둠별로 발표하기 - 질문에 대해 학생들의 자유로운 발표 및 토론
5	쉬우르	<ul style="list-style-type: none"> - 교사가 질문 내용 종류별로 유목화 - 교사와의 쉬우르 (정리)

2) 논쟁 중심 하브루타 수업

논쟁할 논제, 즉 이슈를 정한 다음 그 논제를 중심으로 짝 토론과 모둠 토

론을 진행하는 방법이다. 논제에 대해 각자 조사하여 각 입장에 대한 근거 자료를 준비하고 짝과 일대일 토론을 하여 더 좋은 입장을 정한다. 그 다음 모둠에서 토론하여 입장과 근거를 정리한 다음 그 내용을 발표하고, 교사가 정리해 주는 수업이다. 표 IV-2는 논쟁 중심 하브루타 수업 단계를 나타낸 것이다.

표 IV-2. 논쟁 중심 하브루타 수업 단계

단계		활동 내용
1	논제 조사하기	<ul style="list-style-type: none"> - 논제 정하기 - 논제에 대해 찬성 반대 정하기 - 각 입장에 따라 철저하게 조사하기
2	짝논쟁	<ul style="list-style-type: none"> - 각 입장에 따라 둘씩 짝지어 논쟁하기 - 짝과의 논쟁을 통해 짝 입장(팀 입장) 정하기
3	모둠논쟁	<ul style="list-style-type: none"> - 각 입장 내놓고 모둠별로 토론하기 - 모둠별로 입장 정하기 - 그 입장의 근거 정리하기
4	발표	<ul style="list-style-type: none"> - 각 모둠의 입장과 근거 발표하기
5	쉬우르	<ul style="list-style-type: none"> - 교사와 쉬우르하기

3) 비교 중심 하브루타 수업

교과서나 교재 등에서 비교할 대상을 정한 후 그것에 대해 조사하고 질문을 만든 다음, 그 질문을 중심으로 비교 대상에 대해 다양하게 하브루타 하는 수업이다. 비교 대상 정하기, 비교 대상에 대해 조사하고 질문 만들기, 그 질문을 바탕으로 짝 토론, 모둠 토론을 거쳐 발표하고 쉬우르 하는

과정을 거치게 된다. 표 IV-3 은 비교 중심 하브루타 수업 단계를 나타낸 것이다.

표 IV-3. 비교 중심 하브루타 수업 단계

단계		활동 내용
1	비교 대상 정하기	- 비교 대상 선정하기
2	조사 및 질문 만들기	- 비교 대상에 대해 철저하게 조사하기 - 질문 만들기
3	짝 토론	- 질문을 내용, 심화, 메타로 구분하여 질문 순서를 정하기 - 1:1로 짝을 지어 토론하기 - 짝별로 좋은 질문 1~3개 고르기
4	모둠 토론	- 고른 질문을 가지고 모둠에서 토론하기 - 최고의 질문을 뽑아 집중 토론하기
5	발표	- 좋은 질문과 토론 내용 발표하기
6	쉬우르	- 교사와 쉬우르하기

4) 친구 가르치기 하브루타 수업

가르치고 배울 범위를 정한 다음 각자 철저히 공부를 하고 서로 가르치고 배우는 방법이다. 설명을 듣는 학생은 내용을 들으면서 자연스럽게 질문을 할 수 있다. 표 IV-4는 친구 가르치기 하브루타 수업 단계를 나타낸 것이다.

표 IV-4. 친구 가르치기 하브루타 수업 단계

단계	활동 내용
1 내용 공부하기	- 교재 범위 둘로 나누기 - 각자 맡은 부분 철저히 공부하기
2 친구 가르치기 배우며 질문하기	- 한 친구가 먼저 가르치기 - 배우는 친구는 배우며 적극적으로 질문하기
3 입장을 바꿔 가르치기	- 입장을 바꿔 다른 친구가 자신이 공부한 부분 가르치기 - 배우면서 질문하기
4 이해 못한 내용 질문하기	- 서로 토론하면서 이해 못한 내용 정리하기 - 이해 못한 내용 질문하기
5 쉬우르	- 교사가 전체 학생을 대상으로 쉬우르(정리)하기

5) 문제 만들기 하브루타 수업

정해진 범위에서 문제를 만들고, 그 문제를 가지고 짝과 토론을 통해 다듬고, 모둠끼리 토론을 통해 다듬어서 발표를 하고, 교사가 학생들이 만든 문제를 가지고 쉬우르를 하는 수업모형이다. 표 IV-5는 문제 만들기 하브루타 수업단계를 나타낸 것이다.

표 IV-5. 문제 만들기 하브루타 수업단계

단계	활동 내용
1 문제 만들기	- 교재 범위 철저히 공부하기 - 문제 만들기- 객관식, 서술식 등

2	짝과 문제 다듬기	- 둘씩 토론하여 문제 다듬기 - 짝과 좋은 문제 골라내기
3	모둠과 문제 다듬기	- 모둠별로 토론하여 문제 다듬기 - 모둠에서 좋은 문제 골라내기 - 골라낸 문제를 출제한 의도 정리하기
4	문제 발표	- 문제를 전체에게 제시하고 의도 발표하기
5	쉬우르	- 교사가 전체 학생을 대상으로 쉬우르(정리)하기

본 연구에서는 위의 다섯 가지 수업모형 중 지구과학 I ‘기후변화’ 단원의 차시계획과 학습목표를 고려하여 세 가지 수업모형(질문중심 하브루타, 논쟁 중심 하브루타, 친구 가르치기 하브루타)을 선정하여 적용하였다.

나. 학습 주제 선정

2015 개정 과학과 교육과정(교육부, 2016)을 바탕으로 지구과학 I의 대단원 IV. 대기와 해양의 상호작용 중 ‘기후변화’ 단원을 분석하고 학습주제를 선정하였다. ‘기후변화’ 단원의 성취기준 및 평가기준은 표 IV-6과 같다.

표 IV-6. 2015 개정 교육과정 지구과학 I 성취기준 및 평가기준

<p>[12지과 I04-04] 기후 변화의 원인을 자연적 요인과 인위적 요인으로 구분하여 설명하고, 인간 활동에 의한 기후 변화의 환경적, 사회적 및 경제적 영향과 기후 변화 문제를 과학적으로 해결하는 방법에 대해 토의할 수 있다.</p>	상	기후를 변화시키는 요인을 자연적 요인과 인위적 요인으로 구분하여 설명하고, 인위적 요인에 의한 기후 변화가 미치는 영향을 조사하고, 기후 변화 문제를 과학적으로 해결하기 위한 방법을 토의하여 제시할 수 있다.
	중	인위적 요인에 의한 기후 변화가 미치는 영향을 조사하고, 기후 변화 문제를 과학적으로 해결하기 위한 방법을 토의하여 제시할 수 있다.
	하	기후를 변화시키는 요인을 자연적 요인과 인위적 요인으로 구분할 수 있다.

기후변화 단원의 성취기준은 기후변화의 원인을 자연적 요인과 인위적 요인으로 구분하여 설명할 수 있어야 하며 인간 활동에 의한 기후 변화를 알고, 환경적, 사회적 및 경제적 영향과 기후 변화 문제를 과학적으로 해결하는 방법에 대해 토의할 수 있어야 한다고 제시하고 있다.

교수학습 과정안의 학습주제와 학습 목표는 2015 개정 교육과정(교육부, 2016) 지구과학 I 성취기준과 교수학습 자료(교육부, 2018), 교사용지도서의 지도목표를 기준으로 선정, 수립하였다.

표 IV-7. 지구과학I 교과서의 ‘기후변화’ 단원구성, 교육과정 성취기준 및 지도목표, 소주제명

대단원	중단원	소단원	2015 교육과정 성취기준	지도목표	소주제명
IV. 대기와 해양의 상호작용	2. 기후 변화	1) 기후 변화의 요인	[1 2 지 과 I 04-04] 기후 변화의 원 인을 자연적 요 인과 인위적 요 인으로 구분하여 설명하고, 인간 활동에 의한 기 후 변화의 환경 적, 사회적 및 경 제적 영향과 기 후 변화 문제를 과학적으로 해결 하는 방법에 대 해 토의할 수 있 다.	1. 기후변화의 원 인을 자연적 요 인과 인위적 요 인으로 구분하여 설명하고, 2. 인간활동에 의 한 기후 변화의 환경적, 사회적 및 경제적 영향 과 기후 변화 문 제를 과학적으로 해결할 수 있는 방법에 대해 토 의할 수 있도록 지도한다.	1. 고기후 2. 기후 변화의 자연적 요인 3. 기후 변화의 인위적 요인
		2) 인간 활동에 의한 기 후 변화			1. 온실 기체 증가와 지구온 난화 2. 한반도의 기 후 변화
		3) 기후 변화의 영향과 대책			1. 기후변화의 영향 2. 기후 변화 협약과 세계 각 국의 과학적 해 결 방안

표 IV-7의 교육과정 성취기준, 지도목표, 소주제를 분석하여 차시별 학습 주제를 선정하고, 주제에 적합한 하브루타 수업방법과 학습목표를 작성하였다. 그 결과는 표 IV-8과 같다.

표 IV-8. 기후변화 단원의 차시별 학습주제, 수업모형, 학습목표

소 단 원	소주제명	차 시	학습 주제	수업방법	학습목표
1. 기후 변화 의 요인	고기후 기후변화 의 자연적 요인	1	기후변화 요인(1) (기후변화의 자연적 요인)	친구 가르치기 하브루타	-기후변화의 자연적 요 인을 지구 외적요인과 지구 내적 요인으로 구 분하여 설명할 수 있다.
	기후변화 의 인위적 요인	2	기후변화 요인(2)(기후변 화의 인위적 요인)	친구 가르치기 하브루타	-기후변화의 인위적 요 인에 대해 설명할 수 있 다. -온실효과와 지구온난화 에 대해 설명할 수 있 다.
2. 인간 활동 에 의한 기후 변화	온실 기체 증가와 지구온난 화	3	기후변화 가설 조사 및 논쟁하기	논쟁 중심 하브루타	-기후변화의 원인을 설 명하는 다양한 가설을 조사하고 논쟁할 수 있 다.
	지구온난 화 한반도의 기후변화	4	인간 활동에 의한 기후변화 한반도의 기후변화 경향	질문 만들기 (질문중심) 하브루타	-인간 활동에 의한 기후 변화를 이해할 수 있다. -한반도의 기후 변화 경 향성을 분석할 수 있다.
3. 기후 변화 의 영향 과 대책	기후변화 의 영향 기후변화 협약과 세계 각국의 과학적 해결방안	5	기후변화 문제 해결 방안 토의하기	질문 만들기 (질문중심) 하브루타	-기후변화의 영향을 여 러 가지 측면에서 말할 수 있다. -기후변화 문제를 과학 적으로 해결하기 위한 방안을 토의할 수 있다.
		6	기후변화 협약	논쟁 중심 하브루타	-기후변화 협약에 대한 다양한 관점을 토대로 논쟁하고 의사 결정을 할 수 있다.

각 차시별 학습주제를 선정한 이유는 다음과 같다. 1단원의 소주제 중 고기후는 앞에 ‘지구의 역사’ 단원에서 고기후 연구 방법을 다룰 때 자세히 다뤘으므로 본 단원에서는 간단히 전시학습으로 시행하고, 1차시의 학습주제는 기후변화 요인 중 자연적 요인으로 선정하였다. 2차시는 기후변화의 인위적 요인 즉, 온실기체로 인한 온실효과와 지구온난화의 개념을 설명할 수 있는 것으로 학습목표를 선정하였다.

두 번째 소단원은 인간 활동에 의한 기후변화로서 온실기체로 인해 지구온난화가 심해지고 있는 것과 그에 따른 한반도의 기후변화를 자료를 통해 이해하는 것이 학습주제이다. 1단원에서 기후변화의 다양한 원인을 학습했기 때문에 2단원에서 지구온난화가 인간 활동에 의한 것임을 단순히 암기하고 받아들이기 보다는 3차시에서 먼저 기후변화에 대한 여러 가지 가설을 조사해보고 논쟁해 보는 활동을 해봄으로써 학생들이 현재 일어나는 지구온난화의 원인을 깊이 생각해볼 수 있다. 4차시는 인간 활동에 의한 기후변화를 이해하고 한반도의 기후변화 경향을 분석하는 것이 학습 목표이다.

소단원 3단원 기후변화의 영향과 대책은 성취기준에서 학생들의 ‘토의’를 강조하고 있으므로 기후변화의 영향과 대응 및 해결방안을 실생활과 연결지어 학생들이 말하고 토의하는 것을 5차시의 학습 목표로 선정하였다. 마지막 6차시 기후변화 협약은 각국의 입장을 생각해보고 기후변화 협약에 대한 다양한 관점을 토대로 논쟁하고 의사 결정을 할 수 있는 것을 학습목표로 설정하였다.

각 차시에 따라 다른 하브루타 수업모형을 적용한 이유는 다음과 같다. 기후변화 요인에 대한 개념을 이해하고 설명할 수 있어야 하는 1, 2차시는 친구 가르치기 하브루타 모형으로 구성하여 다양하고 복잡한 기후변화 요인들을 학생 스스로 모델을 구성하고 충분한 상호작용을 통해 오개념을 바

로잡고 보완할 수 있도록 하였다. 기후변화 가설과 기후변화협약에 대해서는 논쟁과 토론 활동이 주가 되어야 하므로 3, 6차시는 논쟁 중심 하브루타 전략을 선택하였다. 인간 활동에 의한 기후변화와 한반도의 기후변화, 기후변화의 영향과 문제 해결 방안이 학습주제인 4, 5차시는 기후변화와 지구온난화에 대한 다양한 자료를 읽고 해석하며 탐구가 이루어져야 하므로 질문중심 하브루타 수업을 적용하였다.

나. 교수학습 과정안의 구성

표 IV-8를 토대로 6차시의 교수학습 과정안을 구안하였다. 차시별로 하브루타 수업모형은 다르지만 수업의 흐름은 비슷하다. 도입부에 학습주제에 대해 소개하고 그 후 개별활동이 이루어지고 짝 활동, 모둠 활동, 발표와 쉬우르의 순서로 이어진다. 친구 가르치기 수업은 각자 맡은 부분을 미리 공부해오는 것이 좋지만 실제 여건상 예습을 해오는 학생들이 많지 않으므로 본 수업에서 스스로 공부하는 시간을 15분 이상 충분히 주어 유동적으로 운영하였다.

교실의 자리 배치는 원래 둘씩 짝으로 앉아있는 대형에서 모둠토론 시에는 앞에 2인이 의자만 뒤로 돌려 활동하도록 하였다. 활동마다 시간을 조절할 수 있도록 교실 TV 화면에 수업타이머를 켜두고 시간을 알 수 있게 하였다. 질문 만들기는 짝과 모둠과 공유하기 쉽도록 수업시간마다 접착메모지를 주어 거기에 질문을 적도록 하였다.

교수학습 과정안의 형태는 그림 IV-1, 2, 3 과 같다.

그림 IV-1. 하브루타 교수학습 과정안 1, 2차시 형태

학습주제		차시	1/6
수업모형	친구가르치기 하브루타 수업		
학습 목표			
수업자료			
학습 과정 (시간)	교 수 - 학 습 활 동	자료 및 유의사항	
도입			
스스로 공부하기			
친구 가르치기 & 배우면서 질문하기			
입장 바꿔 가르치기 & 배우면서 질문하기			
이해 못 한 내용 질문하기			
쉬우르, 하브루타 수업 성찰			

그림 IV-2. 하브루타 교수학습 과정안 3, 6차시 형태

학습주제		차시	/6
수업모형	논쟁 중심 하브루타 수업		
학습목표			
수업자료			
학습 과정	교 수 - 학 습 활 동	자료 및 유의사항	
도입			
문제 조사하기			
작 논쟁			
모듬 논쟁			
발표			
쉬우르			

그림 IV-3. 하브루타 교수학습 과정안 4, 5차시 형태

학습주제		차시	/6
수업모형	질문중심 하브루타 수업		
학습목표			
수업자료			
학습 과정 (시간)	교 수 - 학 습 활 동	자료 및 유의사항	
도입			
질문 만들기			
짝 토론			
모둠 토론			
발표			
쉬우르			

다. 교수학습 과정안 타당도 검사

하브루타 수업모형을 토대로 구안된 6차시의 교수학습 과정안과 수업자료 및 학생 활동지의 타당도 점검을 위해 연구자를 비롯하여 기상학 전문가 1인, 지구과학교육 전공 박사과정 1인, 지구과학교육 석사과정 3인과 교직경력 5년 이상의 현직 과학교사 2인 총 7인으로 구성된 전문가 집단을 구성하였다. 하브루타 수업모형을 적용한 교수학습 과정안과 수업자료 및 학생 활동지의 타당도는 전문가 집단과의 3회의 내용 타당도 점검을 통해 내용 타당도 점검 과정을 마쳤다. 타당도 검사지와 응답 자료는 【부록 6】에 수록하였다.

1) 1차 타당도 검사

본 연구에서 제시하고 있는 하브루타 수업의 교수학습 과정안을 위한 교육과정 재구성과 하브루타 수업모형 선정, 차시계획의 타당도 점검은 기상학 전문가 1인, 지구과학교육 전공 박사과정 1인, 지구과학교육 석사과정 3인, 총 5인의 전문가 집단을 구성하여 실시하였으며 논의된 내용은 다음과 같다.

첫째, 교수학습 과정안의 형태는 하브루타 수업모형(전성수, 2014)을 바탕으로 작성한다. 또한 교수학습 과정안의 학습 주제 및 학습 목표는 2015 개정 교육과정(교육부, 2016) 지구과학 I 성취기준과 교사용지도서, 교과서를 바탕으로 선정한다.

둘째, 각 차시별 학습주제와 하브루타 수업모형, 학습 목표는 2015 개정 교육과정(교육부, 2016) 지구과학 I 성취기준을 토대로 하고, 하브루타 수업모형은 각 차시의 학습 목표를 효과적으로 달성할 수 있어야 한다.

셋째, 교수학습 과정안의 각 학습 단계는 하브루타 수업모형을 기반으로 하고, 교수-학습활동은 각 단계에 적합해야 한다.

2) 2차 타당도 검사

1차 타당도 검사를 통해 수정·보완된 6차시 계획과 교수학습 과정안을 5인의 전문가 집단이 오프라인으로 모여서 검토하고, 그 후 서면으로 한 번 더 검토하는 2차 타당도 검증을 거쳤다.

2차 타당도 검사는 먼저 1차 타당도 검사에서 논의된 내용들에 대한 6차시의 교수학습 과정안이 차시계획과 하브루타 수업모형에 적합한지, 수업 내용과 학생들의 활동이 적절한지 구체적인 점검이 이루어졌으며 논의된 내용은 다음과 같다.

첫째, 6차시의 교수학습 과정안은 2015 개정 교육과정 지구과학 I 성취기준에 적합하며 차시별로 선정된 하브루타 수업모형에 적합하게 구성되었다. 과정안 양식에 교사와 학생 활동을 나누지 말고 함께 기술하며 활동순서가 더 명확하게 드러나도록 교수-학습 활동을 기술하면 좋겠다.

둘째, 교수학습 과정안은 학생들이 토의, 토론에 관심과 흥미를 갖도록 적합하게 구성되었다. 3, 6차시 논쟁 중심 하브루타의 논제를 찬성 반대를 정할 수 있는 것으로 바꾸면 학생들의 논쟁이 더 활발히 일어나는 데 도움이 될 것이다.

3) 3차 타당도 검사

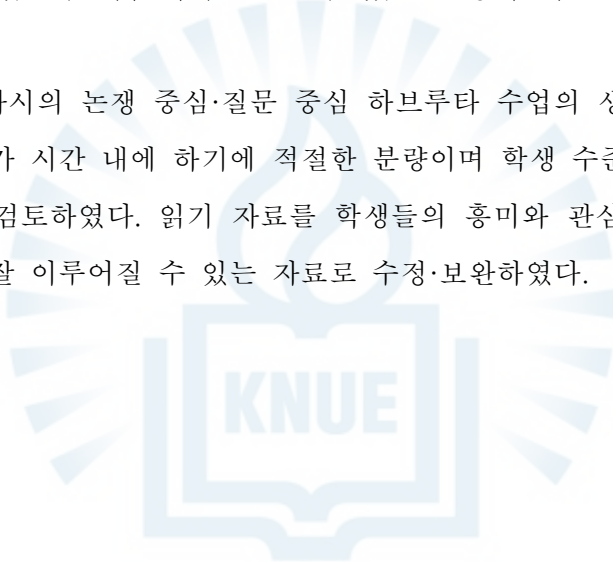
6차시의 하브루타 수업 교수학습 과정안에 대한 세부 수업자료와 학생 활동지를 1·2차 타당도 검사를 했던 5인의 전문가 집단과 교직경력 5년 이

상의 현직 과학교사 2인이 서면으로 점검을 하고 타당도 검사지를 작성하였다.

첫째, 학생 활동지는 차시별 하브루타 수업모형과 교수학습 과정안에 적합한지 점검한 결과 1, 2차시에서 문제풀이식 활동지보다는 공부한 내용을 스스로 정리하고 친구에게 가르쳐줄 수 있도록 구성하는 것이 좋다고 판단하여 개념도 작성하기로 수정·보완하였다.

둘째, 하브루타 수업에서 자칫 소홀할 수 있는 내용 지식에 대한 학습이 이루어질 수 있도록 개념 점검을 할 수 있는 문항이 적절하게 들어가 있다.

셋째, 3~6차시의 논쟁 중심·질문 중심 하브루타 수업의 생각 열기 자료와 읽기 자료가 시간 내에 하기에 적절한 분량이며 학생 수준에 대체로 적절한 것으로 검토하였다. 읽기 자료를 학생들의 흥미와 관심을 유도할 수 있고 논쟁이 잘 이루어질 수 있는 자료로 수정·보완하였다.



2. 과학에 대한 태도 검사 결과

가. 과학에 대한 태도 총점 사전·사후 비교

하브루타 수업이 학생들의 과학에 대한 태도에 어떠한 영향을 미쳤는지에 대해 알아보기 위하여 사전과 사후에 동일한 검사지로 검사를 실시한 후 통계적으로 유의미한 차이가 있는지 확인하기 위해 대응표본 t-검정하였다. 검사지의 문항은 36문항으로 47개의 검사지에 대해 분석한 결과는 표 IV-9와 같다.

대응표본 t-검정 결과 평균점수는 (만점 180점) 사전 검사 113.34점, 사후 검사 121.64점으로 사후 검사 점수가 8.3점 높게 나타났으며, 이것은 95%의 신뢰수준에서 유의미하였다 ($p < 0.05$).

표 IV-9. 과학에 대한 태도 대응표본 t-검정 사전, 사후 결과

검사 종류		N	총점 평균	표준 편차	t	p
과학에 대한 태도 검사지	사전	47	113.34	20.15	-5.40	.00
	사후	47	121.64	18.63		

* $p < 0.05$

위의 결과를 통해 하브루타 수업이 학생들의 과학에 대한 태도에 긍정적인 영향을 주었음을 알 수 있다. 학생들이 수업에서 동료와의 상호작용을 통해 학습 내용을 구성해 나가고 이런 대화의 과정에 참여함으로써 과학학습에의 자신감과 함께 과학에 대한 태도에 긍정적인 영향을 준다는 것을

알 수 있었다.

이러한 연구결과는 질문중심 하브루타 수업이 초등학생의 과학 관련 태도에 긍정적인 영향을 주었다고 한 강지나(2016)의 연구결과와도 일치한다. 강지나 (2016)의 연구에서는 질문중심 하브루타 과학수업의 실험, 비교 두 집단의 과학 관련 태도를 t-검정한 결과, ‘과학에 대한 태도’의 경우 실험집단이 2.2점 더 높게 나타났으며, 두 집단은 5%의 유의확률에서 통계적으로 유의미한 차이를 보였다 ($p < 0.05$). ‘과학에 대한 태도’의 하위요소인 ‘과학에 대한 인식’과 ‘과학에 대한 흥미’ 모두 실험집단이 비교집단보다 평균값이 높게 나타났으며 5%의 유의확률에서 유의미한 차이를 보였다.

나. 하위 영역별 과학에 대한 태도 분석

과학에 대한 태도 하위 영역인 ‘과학의 가치에 대한 태도(인지적 요소)’, ‘과학 및 과학 학습에 대한 태도(감정적 요소)’, ‘과학 활동에의 참여(행동적 요소)’ 3가지 영역에 대해 대응표본 t-검정 결과 ‘과학 및 과학 학습에 대한 태도(감정적 요소)’와 ‘과학 활동에의 참여(행동적 요소)’영역에서 유의수준 .05 수준에서 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. ‘과학의 가치에 대한 태도(인지적 요소)’에서는 점수가 약 0.6점 상승했으나 통계적으로는 유의미한 차이를 보이지 않았다. ‘과학의 가치에 대한 태도(인지적 요소)’가 다른 영역보다 낮은 상승을 보인 것은 학생들의 사전 검사 점수가 원래 다른 영역보다 높은 편이기도 했고, ‘기후변화’ 단원 수업 내용에서 인간 활동에 의하여 지구 기온 상승에 영향을 주는 것이 강조되므로, 과학 기술의 발전이 사회와 환경에 반드시 좋은 영향을 주는 것은 아니라는 생각을 학생들이 가지게 되어 그러한 생각이 과학의 가치에 대한 태도 사후 검사에 영향을 준 것으로 판단된다.

표 IV-10. 하위 영역별 과학에 대한 태도 대응표본 t-검정 결과

	검사 종류	N	평균	표준 편차	t	p
과학의 가치에 대한 태도 (인지적 요소)	사전	47	44.38	7.19	-.80	.43
	사후		44.96	6.62		
과학 및 과학 학습에 대한 태도 (감정적 요소)	사전	47	58.51	12.74	-5.26	.00
	사후		64.11	12.00		
과학 활동에의 참여 (행동적 요소)	사전	47	10.23	3.53	-4.38	.00
	사후		11.89	2.73		

*p<0.05

다. 문항별 과학에 대한 태도 검사

하브루타 수업이 학생의 과학에 대한 태도에 미친 영향을 문항별로 분석해 보고자 문항별 산술평균값을 정리하였다. 그 결과, 사전 사후 평균점수의 차이가 가장 크게 나온 상위 5개 문항은 3, 9, 21, 23, 31번 문항이다.

표 IV-11. 사전 사후 점수 변화가 가장 큰 상위 5개 문항과 내용

문항 번호	내용
3	나는 인터넷에서 과학 내용을 찾아보는 것을 좋아한다.
9	나는 청계천(강)을 복구함으로써 생물들의 생활환경에 어떤 변화가 생길지 예상할 수 있다.
21	나는 과학에 대한 내용을 인터넷 검색할 때, 유용한 핵심 검색어를 말할 수 있다.
23	나에게 과학 내용에 대해 누가 물으면 당황한다.
31	나는 과학에 관련된 잡지, 기사, 인터넷 정보 등을 읽는다.

9번 ‘나는 청계천(강)을 복구함으로써 생물들의 생활환경에 어떤 변화가 생길지 예상할 수 있다.’는 기후변화 단원에서 인간의 활동이 자연에 미치는 영향에 대한 기사를 많이 읽고 그것에 관심을 가지게 되어 비슷한 주제인 인간의 인위적인 활동이 생태계에 끼치는 영향에 대한 문항인 위 문항에도 학생들이 더 높은 관심을 가지게 되었음을 보여준다. 또한 3번 ‘나는 인터넷에서 과학 내용을 찾아보는 것을 좋아한다.’와 31번 ‘나는 과학에 관련된 잡지, 기사, 인터넷 정보 등을 읽는다.’ 문항은 실생활과 연관된 과학, 과학과 사회, 기술과의 연계성에 대해 ‘기후변화’ 단위 하브루타 수업을 통해 관심이 증대되었음을 알 수 있다.

21번 ‘나는 과학에 대한 내용을 인터넷 검색 할 때, 유용한 핵심 검색어를 말할 수 있다.’ 문항점수의 상승은 학생들이 짝과의 대화를 통해 궁금한 점을 해결할 때 스스로 인터넷 검색을 하거나 모둠 토론 활동 시에 검색을 하면서 정보탐색 기능이 향상되었다고 느낀 것으로 보인다. 또한, 23번 ‘나에게 과학 내용에 대해 누가 물으면 당황한다.’는 질문중심 하브루타의 핵심활동인 동료 학생들과의 자유로운 질문과 대화를 통해 과학 내용에 대해

말하는 것에 대한 두려움이 감소되었다는 것을 보여준다.

라) 교수학습 과정안에 대한 학생 반응 조사

구안한 교수학습 과정안에 대한 학생 반응 조사를 6차시의 하브루타 수업 실시 후 47명의 학생들을 대상으로 실시하였으며, 문항 수는 총 6문항으로 리커트 척도로 표현한 4문항과 자유 서술형 2문항으로 구성하였다.

표 IV-12. 반응조사 문항별 응답 (단위: 명)

문 항 번 호	문항 내용	매 우 그 렇다	그렇다	보 통 이 다	그 령 지 않다	전 혀 그 령 지 않다
1	여러분이 참여한 수업은 흥미가 있었습니까?	10 (21.3%)	14 (29.8%)	16 (34.0%)	5 (10.0%)	2 (4.0%)
2	수업시간에 열심히 참여했 다고 생각합니까?	9 (19.1%)	13 (27.7%)	15 (31.9%)	7 (14.9%)	3 (6.0%)
3	평소에 선생님이 설명을 통해 가르쳐 주시던 수업 과 비교할 때, 하브루타 활용 수업이 지구과학 공 부에 도움이 되었습니까?	10 (21.3%)	14 (29.8%)	17 (36.2%)	5 (10.0%)	1 (2.0%)
4	하브루타 수업을 앞으로도 종종 하고 싶습니까?	10 (21.3%)	13 (27.7%)	16 (34.0%)	6 (12.8%)	2 (4.0%)
5	하브루타 수업이 자신에게 의미있었던 부분에 대해 자유롭게 써 주세요.					
6	하브루타 수업에서 어려웠던 점이나 개선했으면 좋을 점에 대해 자유롭게 써 주세요.					

<문항1> 수업 흥미도에 대한 반응

하브루타 수업에 대한 흥미도에 대해 ‘매우 그렇다’, ‘그렇다’의 답을 한 학생은 24명 (51.1%), 부정적인 반응을 보인 학생은 7명(14%)로 나타났다. 학생들은 자신이 궁금한 것들을 질문하고 친구들과 공유하며 해결하는 과정에서 수업에 흥미를 느꼈을 것이다. 또한 평소 수업보다 자유로운 분위기에서 친구와 대화를 나누며 공부를 하는 것이 학생들에게 긍정적인 반응을 이끌어내었다고 생각된다. 반면, 7명의 부정적인 응답을 한 학생들은 질문을 만드는 활동에 어려움과 부담을 느꼈을 수 있고, 모둠에 관계가 어색한 친구가 있거나 열심히 하지 않는 친구가 있는 등의 이유로 부정적인 반응을 보인 것으로 생각된다.

<문항2> 수업 참여도에 대한 반응

22명(46.8%)의 학생이 열심히 참여했다고 응답하였고 그렇지 않다고 응답한 학생은 10명(20.9%)였다. 학생들이 열심히 참여했다고 느낀 것은 ‘친구와 질문을 나누고 그것을 해결하는 과정에 적극적으로 참여했다.’, ‘평소 수업과 다른 단계로 진행되는 수업이라 지루하지 않고 자지 않았다.’ 등의 이유에서 긍정적인 반응을 보였다. 짝에게 자신이 공부한 부분을 가르쳐주기 위해서는 책임지고 공부를 해야 하고 또한, 친구를 가르치는 것에 흥미를 느껴 더 열심히 참여하게 된 것으로 보인다. 또한 강의식 수업과 달리 계속 활동의 단계를 이어나가야 하고 대화를 나누고 적어야 하는 활동이어서 학생들은 자거나 참여하지 않을 수가 없기 때문에 참여도에 긍정적인 반응을 보인 것으로 생각된다. 스스로 질문을 만들지 않으면 짝과 그 질문으로 토론 활동을 할 수가 없고, 자신이 하지 않으면 짝까지 수업 활동을 할 수 없기 때문에 억지로라도 하브루타 수업에 참여할 수 밖에 없는 것이다. 그런데 그렇지 않다고 응답한 일부 학생들은 수업에 참여했으나 짝이

나 모두의 동료학생들과 적극적인 소통을 하는 것에 부담을 느꼈을 것으로
생각된다.

<문항3> 수업이 공부에 도움이 되었는지에 대한 반응

하브루타 수업이 평소 강의식 수업과 비교할 때 지구과학 공부에 도움이
되었는지를 묻는 문항에 학생들 중 24명(51.1%)이 긍정적인 반응을 보였으
며 부정적인 반응을 한 학생은 6명(12%)이었다. 하브루타 수업에서 학생들
은 교과서 내로 질문을 한정 짓지 않는다. 그러다 보니 다양한 질문을 주
고받게 되면서 교과서에 적혀있는 내용보다 더 다양하고 때로는 더 심화된
부분까지 다루게 된다. 또한 다른 친구들의 생각을 들으면서 내가 알던 지
식과 또 나의 의견과 다른 부분을 받아들이게 된다. 이런 점에서 하브루타
수업은 폭넓은 내용을 다룰 수 있는 장점이 있다고 할 수 있다. 또한, 짝에
게 설명을 해주려면 더 집중해서 자신의 부분을 책임지고 공부해야 하고
짝에게 설명하다 모르는 부분도 같이 얘기하다보면 해결이 되기도 한다.
이러한 점에서 하브루타 수업은 개별책무성과 협동학습의 장점을 가지게
된다고 볼 수 있다.

<문항4> 하브루타 수업을 계속 하고 싶은지에 대한 반응

하브루타 수업에 재참여 의사를 묻는 문항에 23명(49%)의 학생이 긍정
적으로 답했으며 그렇지 않다고 응답한 학생은 8명(16.8%)으로 나타났다.
많은 학생들이 하브루타 수업의 질문 만들기, 짝 대화, 활동적인 분위기를
긍정적으로 느껴 재참여 의사를 밝혔으나 일부 학생들은 하브루타 수업이
강의식 수업에 비해 교사의 강의가 적고 활동하는 시간이 많으므로 친구
가르치기의 부담과 모둠토론, 발표에 대한 부담으로 부정적인 반응을 보인
것으로 판단된다.

<문항5> 하브루타 수업이 자신에게 의미 있었던 부분에 대한 자유 서술식 의견

하브루타 수업이 자신에게 의미 있었던 부분에 대한 자유 서술식 문항에 학생들은 친구에게 말로 설명해주는 것이 처음에는 어색하기도 했지만 점점 재미있어졌고 설명하는 실력이 늘은 것 같다고 서술하였다. 질문을 만들기 위해 꽤 오래 생각을 해야 했고 질문을 하지 않았으면 모르고 넘어갈 뻔했던 것들을 알게 되어 의미가 있었다고 서술하였다. 과학 시간에는 모둠 토론을 해본 적이 거의 없었는데 생각보다 모둠 토론과 토의가 잘 돼서 즐거웠다고 서술하였으며 평소보다 자유로운 분위기였지만 생각보다 아이들이 떠드는 분위기는 아니어서 좋았다고 서술하였다. 스스로 교과서를 읽고 공부를 해야 해서 자기주도적 학습습관이 향상되었다거나 기사를 스스로 읽고 요약하는 활동을 하다 보니 읽기 능력이나 요약 글쓰기 능력이 향상되었다고도 서술하였다. 또한, 기후변화와 관련해서는 기후변화에 대한 실제 기사들을 통해 기후변화가 우리 생활에 미치는 밀접한 영향들을 알게 되었고 기후변화 문제에 대해 좀 더 경각심을 가지게 되어 의미가 있었다고 서술한 학생들도 있었다.

<문항6> 하브루타 수업과정에서 어려웠던 점이나 개선했으면 하는 부분

하브루타 수업을 하면서 어려웠던 점이나 개선할 부분에 대한 문항에 학생들은 다음과 같은 의견을 서술하였다. 학생들이 가장 어려워했던 점은 질문을 만들 때 어떠한 질문을 만들어야 좋은 질문일지가 어려웠다고 한 의견이 많았다. 좋은 질문을 만들기는 쉽지 않다. 과학의 경우 텍스트와 기본 지식에 대한 이해가 되어 있고 익숙한 주제여야 질문을 쉽게 만들 수 있기 때문에 학생들이 질문을 만들 때 고민을 많이 하는 것을 볼 수 있었

다. 그러나 어떤 질문을 만들어야 좋을지 고민하는 과정 또한 학습자의 사고를 자극하고 메타인지를 활성화시키는 과정이라 볼 수 있다.

다음으로 짝에게 설명해주는 것이 어려웠고 자신이 아는 것에 대한 확신이 부족하여 가르쳐주는 것이 부담스러웠다고 서술한 학생들도 있었다. 또한, 본 하브루타 수업의 경우 논쟁을 하는 차시가 두 시간 있었는데 토론과 논쟁을 해본 적이 별로 없는 학생들의 경우 짝과 논쟁하는 것도 어려워하였고, 둘 중 한 사람이 소극적인 경우 힘들었다고 서술하였다. 또한, 1, 2차시의 활동지 중 개념도를 그리는 것이 혼자 하기에는 어려웠다는 의견도 있었다.

위의 학생들의 반응을 요약해 보면 전반적으로 학생들은 친구를 가르침을 주고받고, 질문을 만들고 짝과 공유하며 질문을 해결해 나가는 과정에 긍정적인 반응을 보였고, 평상시 보다 질문을 자유롭게 할 수 있는 허용된 분위기에서 짝 활동과 모둠 활동을 하며 자신과 친구들의 궁금한 점을 나눌 수 있는 기회가 되어 과학 수업에 대한 만족도가 높아진 것으로 보인다.

V. 결론 및 제언

1. 결론

본 연구에서는 하브루타 수업모형을 활용한 지구과학 교과에서의 기후변화 교수학습 과정안을 구안하고, 고등학생들의 과학에 대한 태도에 어떤 영향을 주는지 알아보았고 하브루타 수업에 대한 학생들의 인식 조사를 진행하였다.

교수학습 과정안 구안은 2015 개정 교육과정 성취기준 및 평가기준과 2015 개정 교육과정 교수학습자료, 교과서를 바탕으로 차시별 학습주제를 선정하였고, 하브루타 수업모형 중에서 학습주제에 적합한 모형을 선정하였으며 그에 맞는 학습 목표를 작성하였다. 하브루타 수업모형 중 질문중심, 논쟁 중심, 친구 가르치기 하브루타의 세 가지 모형을 적용하여 6차시의 기후변화 단원 교수학습 과정안과 수업자료, 학생 활동지를 구안하였다. 교수학습 과정안과 수업자료 및 학생 활동지는 전문가 집단에게 2차, 3차 타당도 검증을 받아 수정·보완하는 과정을 거쳤다. 구안된 교수학습과정안과 수업자료를 경기도 B시 일반계 남녀공학 고등학교 2학년 지구과학 I 이수학생에게 적용하였고 연구결과는 다음과 같다.

첫째, 하브루타 모형을 적용한 지구과학 기후변화 수업이 고등학생의 과학에 대한 태도에 통계적으로 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 특히 과학에 대한 태도 검사의 하위영역 중에서 ‘과학 및 과학 학습에 대한 태도(감정적 요소)’와 ‘과학 활동에의 참여(행동적 요소)’가 95%신뢰 수준에서 유의미한 상승을 보였다. 이것은 하브루타 모형을 적용한 지구과학 수업이 학생들이 학습주제에 대하여 스스로 사고하도록 유도하고 동료들과 활발한 상호작용을 통해 능동적인 학습을 함으로써 과학 및 과학 수업에

대한 긍정적인 태도를 가지는 데 도움이 되었기 때문으로 분석된다.

둘째, 하브루타 기후변화 수업에 참여한 학생들의 인식조사 결과 학생들은 수업에 대해 높은 흥미와 참여도를 보였고, 공부에 도움이 되었으며 재참여할 의사를 보였다. 이는 평소 수업과 비교하여 자유로운 분위기에서 동료들과 대화하며 학습하는 과정에 흥미를 느꼈고, 자신이 궁금한 것을 해결하는 과정, 협동과 논쟁을 넘나들며 능동적인 학습을 경험했기 때문으로 분석된다. 또한, 기후변화는 STS 목표를 가진 주제이며 SSI(과학 관련 사회적 쟁점)를 포함하고 있기 때문에 다양한 실제 자료를 통해 질문하고 서로 논쟁, 토론하는 하브루타 수업방식에 적합하다. 학생들은 이 수업을 통해 기후변화의 원인에 대해 알게 되었을 뿐만 아니라 기후변화문제에 대한 심각성과 이를 둘러싼 국가 간 갈등과 협력, 대책에 대해 실제로 생각해 보는 경험을 할 수 있다.

이상으로 살펴볼 때 본 연구에서 적용한 하브루타 지구과학 기후변화 수업이 고등학생의 과학에 대한 태도에 긍정적인 영향을 주며 일선 현장에서 활용할 가치가 충분하다는 것을 시사한다.

2. 제언

이러한 연구결과를 토대로 다음과 같은 제언을 하고자 한다.

첫째, 기후변화단원에서 좀 더 실질적인 논쟁·토론 활동이 이루어지기 위한 수업자료들이 개발될 필요가 있다. 융합 주제로서 교과 간의 단절을 허물고 교과 통합 수업을 실시하고 수업자료를 개발하여 제공한다면 학생들에게 더욱 효과적으로 역량을 키워줄 수 있는 기후변화 수업이 될 것이다.

둘째, 본 연구에서는 하브루타 수업의 효과를 비교적 단기간에 기후변화 단원에 한정하여 적용한 결과를 분석하였다. 추후 지구과학의 다른 분야 단원의 하브루타 과학 수업이 학생들의 학습 동기와 과학에 대한 태도, 더 나아가 학업 성취도와 같은 인지적 영역에 어떤 영향을 주는지 연구가 필요하다.

셋째, 이러한 하브루타 지구과학 수업이 일선 현장에서 널리 활용되기 위해서는 수업과정을 평가할 수 있는 과정 중심 평가도구와 과학 교과에 맞는 정의적 영역의 평가도구가 교사들이 쉽게 사용할 수 있도록 제공될 필요가 있다.

참고 문헌

- 가치를꿈꾸는과학교사모임(2016). 과학, 리플레이. 양철북.
- 강은정, 조철기(2017). 하브루타 수업이 고등학생의 지리학습에 미치는 영향. 한국지역지리학회지, 23(2), 420-438.
- 강지나(2016). 질문중심 하브루타 과학수업이 학생들의 논리적 사고력 및 과학 관련 태도에 미치는 영향. 부산교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 곽영순, 김찬중, 이양락, 정득실(2006). 초·중등 학생들의 과학 흥미도 조사, 한국지구과학사회저널, 36(2), 260-268.
- 교육부(2016). 2015 개정 교육과정 해설서. 교육부
- 교육부(2017). 2015 개정 교육과정 총론 해설. 교육부
- 교육부(2018). 2015 개정 교육과정 교수학습 자료 고등학교 지구과학 I 지구과학Ⅱ. 교육부.
- 길지현, 송신철(2012). 지구온난화에 대한 초등학교 학생들의 개념 이해 조사 연구, 생물교육, 40(4), 412-420.
- 길지현, 심규철(2013). 기후변화 교육 관련 해외 논문에 대한 메타 분석 결과. 에너지기후변화교육, 3(2), 95-101.
- 김미경, 김희백(2007). 학생들이 제시한 질문의 유형 분석을 통한 개방적 참탐구 활동의 인지적 추론 측면의 효과. 한국과학교육학회지, 27(9), 930-943.
- 김민경(2016). 질문중심 하브루타 STEAM 프로그램이 과학탐구능력에 미치는 효과. 경인교육대학교 교육전문대학원 석사학위논문.
- 김상숙(2011). RISS 검색을 통한 한국에서의 지구온난화와 교육에 관한 메

- 타연구. 에너지기후변화교육, 1(1), 81-88.
- 김선숙(2018). 하브루타 수업이 수학학습에 미치는 영향. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 김성근, 여상인, 우규환(1999). 과학 수업에서의 학생 질문에 대한 연구(Ⅰ). 학생 질문을 강화한 수업의 효과. 한국과학교육학회지, 19(3), 377-388.
- 김세범(2015). ‘하브루타’를 통한 교수방법의 변화 가능성에 관한 연구. 신학과 목회, 44, 389-415.
- 서울특별시교육청(2015). 질문이 있는 교실 기본 추진 계획.
- 신현재(2016). 수학 교수학습에서 하브루타 교육의 효과에 관한 연구. 전남대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 양경윤 외(2016). 하브루타 질문수업. 서울:경향 BP.
- 오승민(2013). 자기질문전략이 학습유형에 따라 초등학교 5학년 학생의 논리적 사고력 및 과학적 태도에 미치는 영향. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위 논문.
- 유병호(2019). 지구과학 관련 사회적 쟁점(SSI)에 관한 글쓰기의 논증 구조 분석 :고등학교 지구과학 I 기후변화 단원을 중심으로. 한국교원대학교 석사학위 논문.
- 유재은(2018). 하브루타 수업이 학습부진아의 학업성취도 및 학습태도에 미치는 영향. 국민대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 윤정훈(2016). 하브루타를 바탕으로 한 수학과 토론 수업의 효과. 부산대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 이경훈, 우종옥(1996). 과학관련 태도의 타당한 측정을 위한 연구Ⅱ. 한국과학교육학회지, 16(2), 190-198.
- 이성일(2017). 애들아, 하브루타로 수업하자!. 맘에 드림.

- 이성일(2018). 하브루타로 교과수업을 디자인하다. 맘에 드림.
- 이지숙, 박혜경, 정철(2011). 초·중학생의 지구온난화와 기후변화에 대한 인식, 과학교육 연구지, 35(2), 274-282.
- 이지숙, 정철(2009). 만화를 이용한 초, 중학생의 지구온난화와 기후변화에 대한 인식 조사, 한국환경교육학회 2009년 하반기 발표논문집, 120-124.
- 임정숙(2009). 학생 상호 질문 활동 단계가 학업성취, 학습 태도 및 수업에 대한 인식에 미치는 효과. 전남대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 장영숙(2015). 하브루타 소집단 주제토론 과학수업이 과학탐구능력 및 학업성취도에 미치는 효과. 부산교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 전성수(2014). 최고의 공부법. 서울: 경향BP.
- 전성수·하브루타 수업 연구회(2014). 질문이 있는 교실. 서울: 경향BP.
- 전성수·고현승(2015). 질문이 있는 교실 중등편. 서울: 경향BP.
- 조아라(2011). 발문 학습이 하위수준 학습자의 문제해결력 및 수학적 태도에 미치는 영향. 고려대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 조지민 외(2011). 2011년 국제 학업성취도 평가 연구(PISA/TIMSS): TIMSS 2011 본 검사 시행보고서. 한국교육과정평가원.
- 지혜정(2017). 하브루타 질문수업을 적용한 과학수업이 초등학생들의 학습 능력에 미치는 영향. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 최성연, 김성연, 김성원(2007). 학생과 부모의 과학에 대한 태도 측정도구 개발. 한국과학교육학회지, 27(3), 272-284.
- 하윤희(2018). 소집단 모델링 수행에서의 집단지성의 양상. 서울대학교 석사학위논문.
- 한동균, 김성욱(2015). 하브루타 학습법에 기반한 사회과 수업의 설계 및 적용 가능성 모색. 사회과수업연구학회지, 104-105.

- 한성민(2015). 고등학교 화학Ⅱ수업에서 교과 연계 독서수업이 학생들의 과학 흥미도, 과학에 대한 태도, 학업성취도에 미치는 영향. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 허소윤(2014). 과학기반 STEAM을 적용한 과학수업이 초등학생들의 과학 관련 태도 및 과학탐구능력에 미치는 영향. 한국교원대학교 석사학위논문.
- Arntson, W. W(1975). The effect of an interdisciplinary course futuristics on attitudes toward science among students. University of Northern Colorado.
- Chin, C. & Brown, D. E.(2002). Student generated question : a Meaning aspect of learning in science. *International Journal of Science Education*, 24(5), 521-549.
- Gardner, P. L.(1975). Attitude to science: A review. *Studies in Science Education*, 2, 1~41.
- Kent, O. (2010). A Theory of Havruta Learning, *Journal of Jewish Education*, 76(3), 215-245.
- King, A.(1992). Facilitating elaborative learning through guided student generated questioning. *Educational Psychology*, 27(1), 11-126.

ABSTRACT

The Effect of Climate Change Teaching and Learning Using Havruta on the High School Student's Attitude toward Science

Jeong, Hae Rim

Major in Earth Science Education
Graduate School of Education, Korea National University
of Education
Chung-Buk, KOREA

Supervised by Professor Kim, Hak Sung. Ph. D

In this study, the purpose of the study is to find out how the classes of the Earth Science I 'climate change' applied to the Havruta class affect high school students' attitudes toward science. By analyzing the 2015 revised curriculum(Ministry of Education, 2016), the 2015 revised curriculum teaching and learning materials(Ministry of Education, 2018), and textbooks, set learning goals for each class and selected the Havruta class model to be applied. Based on this, the 6 lessons of teaching and learning curriculum and teaching materials were devised,

and the content validity of the expert group was verified and curriculum and materials were revised and supplemented. This class was held for about three weeks in September 2019, and the students' attitudes toward science were analyzed using the Havruta earth science class by conducting a t-test with a pretest and a posttest. As a result, Havruta teaching and learning had a statistically significant effect on high school students' attitude toward science. In particular, there were significant rises in the attitude toward science and science learning (emotional factors) and the participation in scientific activities (behavioral factors) among the subdomains of attitudes toward science. And, based on various data, the learner-oriented Havruta teaching and learning was conducted on the factors of climate change and the effects and countermeasures of climate change. In the Havruta class, learners actively participated in the class by making questions themselves, asking and discussing them freely with their colleagues, and this gave them positive perceptions and feelings about science and scientific learning, and also led them to participate in scientific activities. Thus, in the earth science climate change lesson, the Havruta class can be presented as an alternative to traditional teacher lectures.

※ A thesis submitted to the Committee of the Graduate School of Korea National University of Education on Partial Fulfillment of the requirements for the degree of Master of Education(Earth Science Education) in February, 2020.

【부록 1】 과학에 대한 태도 검사지

과학에 대한 태도 검사

이 질문지는 여러분의 과학에 대한 전반적인 관심과 태도를 알아보고 수업을 개선하기 위한 것입니다. 본 질문들은 시험이 아니므로 정답이나 틀린 답이 없으며 성적과는 무관합니다. 또한 여러분들이 답한 내용은 일체 공개되지 않습니다.

()학년 ()반 ()번 이름 ()

다음을 읽고 자신의 생각과 가장 비슷한 것을 한 개만 골라 V표시 하시오.
솔직하고 성실하게 모든 문항에 빠짐없이 체크해 주시기 바랍니다.

문항 번호	내 용	전혀 아니 다	아니 다	보통 이다	그렇 다	매우 그렇 다
1	과학 공부는 노력할 가치가 있다.					
2	나는 어른이 되면 여러 가지 방법으로 과학을 이용하게 될 것이다.					
3	나는 인터넷에서 과학 내용을 찾아보는 것을 좋아한다.					
4	나는 과학책에 나오는 과학용어(단어)를 잘 이해한다.					
5	나는 과학에 대한 토론에 참여하는 것이 두렵다.					
6	나는 과학에 대해 새로운 내용을 알아가는 과정이 즐겁다.					

문항 번호	내 용	전혀 아니 다	아니 다	보통 이다	그렇 다	매우 그렇 다
7	나는 과학 관련 장소(전시관, 박물관, 실험실, 수족관, 천문대 등)에 방문한다.					
8	나는 전자장치 조립(시계, 라디오, 전화기 등 전자제품의 해체 및 조립)하는 일을 한다.					
9	나는 청계천(강)을 복구함으로써 생물들의 생활환경에 어떤 변화가 생길지 예상할 수 있다.					
10	나는 과학 숙제할 생각만 하면 초조해진다.					
11	나는 TV에서 방송하는 과학 프로그램을 재미있게 본다.					
12	과학은 나의 생활과 관련되어 있다.					
13	과학과 기술의 발전은 사회 결속력을 높인다.					
14	나는 대학에서 과학을 공부하고 싶다.					
15	내가 학교를 졸업한 후에도 과학을 이용할 기회가 많을 것이다.					
16	나는 학교에서 내준 과학 숙제를 하거나, 과학 문제를 푸는 것을 잘한다.					
17	과학 기사에 대한 나의 의견을 물으면 긴장한다.					
18	나는 과학 문제를 풀 때가 즐겁다.					
19	나는 과학에 대한 자료(도서, 장난감, 학습도구, 소프트웨어, CD롬 등)를 대여하거나 구입한다.					
20	나는 냉동실의 콜라가 물보다 늦게 어는 현상을 실험으로 증명할 수 있다.					
21	나는 과학에 대한 내용을 인터넷 검색 할 때, 유용한 핵심 검색어를 말할 수 있다.					
22	나는 과학 수업 시간이 즐겁다.					

문항 번호	내 용	전혀 아니 다	아니 다	보통 이다	그렇 다	매우 그렇 다
23	나에게 과학 내용에 대해 누가 물으면 당황 한다.					
24	나는 신문에 실리는 과학과 기술의 발전에 대한 기사에 관심이 있다.					
25	과학과 기술의 발전은 경제 발전에 도움이 된다.					
26	과학과 기술의 발전은 사람들의 생활 여건을 개선한다.					
27	과학은 나와 사회와의 관계를 설명해준다.					
28	나는 과학에 대한 새로운 내용들도 쉽게 이해 한다.					
29	지금 과학에서 배우는 내용은 나중에 하고 싶은 일을 할 때 필요하므로 중요하다.					
30	나는 과학 시간에 무엇을 배울지 관심이 많다.					
31	나는 과학에 관련된 잡지, 기사, 인터넷 정보 등을 읽는다.					
32	나는 전자 제품에 표시된 에너지 소비 효율등급을 확인하고 효율이 높은 제품을 선택할 수 있다.					
33	나는 과학이 쉽다고 생각한다.					
34	나는 과학을 소재로 한 책(공상과학 소설 등)을 읽는 것이 즐겁다.					
35	과학은 사회의 발전 방향을 이해하는 데 중요하다.					
36	과학을 잘하면 나중에 직업을 선택하는 데 유리하다.					

【부록 2】 문항별 사전 사후 평균점수

문 항 번 호	내용	사후검사 평균	사전검사 평균	사후검사- 사전검사
1	과학 공부는 노력할 가치가 있다.	4.11	3.96	0.15
2	나는 어른이 되면 여러 가지 방법으로 과학을 이용하게 될 것이다.	3.32	3.36	-0.04
3	나는 인터넷에서 과학 내용을 찾아보는 것을 좋아한다.	3.11	2.66	0.45
4	나는 과학책에 나오는 과학용어(단어)를 잘 이해한다.	3.17	2.85	0.32
5	나는 과학에 대한 토론에 참여하는 것이 두렵다.	3.23	3.06	0.17
6	나는 과학에 대해 새로운 내용을 알아가는 과정이 즐겁다.	3.35	3.17	0.18
7	나는 과학 관련 장소(전시관, 박물관, 실험실, 동물원, 수족관, 천문대 등)에 방문한다.	3.13	2.74	0.38
8	나는 전자장치 조립(시계, 라디오, 전화기 등 전자제품의 해체 및 조립)하는 일을 한다.	2.83	2.45	0.38
9	나는 청계천(강)을 복구함으로써 생물들의 생활 환경에 어떤 변화가 생길지 예상할 수 있다.	3.57	2.87	0.70
10	나는 과학 숙제할 생각만 하면 초조해진다.	3.70	3.57	0.13
11	나는 TV에서 방송하는 과학 프로그램을 재미있게 본다.	3.21	2.91	0.30
12	과학은 나의 생활과 관련되어 있다.	3.89	3.91	-0.02
13	과학과 기술의 발전은 사회 결속력을 높인다.	3.68	3.79	-0.11
14	나는 대학에서 과학을 공부하고 싶다.	3.55	3.43	0.13
15	내가 학교를 졸업한 후에도 과학을 이용할 기회가 많을 것이다.	3.54	3.55	-0.01
16	나는 학교에서 내준 과학 숙제를 하거나, 과학 문제를 푸는 것을 잘한다.	2.96	2.85	0.11
17	과학 기사에 대한 나의 의견을 물으면 긴장한다.	3.57	3.19	0.38
18	나는 과학문제를 풀 때가 즐겁다.	2.96	2.63	0.33
19	나는 과학에 대한 자료(도서, 장난감, 학습 도구, 소프트웨어, CD 등)를 대여하거나 구입한다.	2.60	2.60	-0.01
20	나는 냉동실의 콜라가 물보다 늦게 어는 현상을 실험으로 증명할 수 있다.	3.04	2.74	0.30
21	나는 과학에 대한 내용을 인터넷 검색할 때, 유용한 핵심 검색어를 말할 수 있다.	3.51	3.02	0.49
22	나는 과학 수업 시간이 즐겁다.	3.47	3.09	0.38
23	나에게 과학 내용에 대해 누가 물으면 당황한다.	3.68	3.13	0.55

24	나는 신문에 실리는 과학과 기술의 발전에 대한 기사에 관심이 있다.	2.83	2.47	0.36
25	과학과 기술의 발전은 경제 발전에 도움이 된다.	4.15	4.17	-0.02
26	과학과 기술의 발전은 사람들의 생활 여건을 개선한다.	4.28	4.38	-0.11
27	과학은 나와 사회와의 관계를 설명해준다.	2.91	2.77	0.15
28	나는 과학에 대한 새로운 내용들도 쉽게 이해한다.	2.94	2.85	0.08
29	지금 과학에서 배우는 내용은 나중에 하고 싶은 일을 할 때 필요하므로 중요하다.	3.72	3.85	-0.13
30	나는 과학 시간에 무엇을 배울지 관심이 많다.	3.04	2.89	0.15
31	나는 과학에 관련된 잡지, 기사, 인터넷 정보를 읽는다.	3.21	2.51	0.70
32	나는 전자 제품에 표시된 에너지 소비 효율 등급을 확인하고 효율이 높은 제품을 선택할 수 있다.	3.77	3.62	0.15
33	나는 과학이 쉽다고 생각한다.	2.51	2.49	0.02
34	나는 과학을 소재로 한 책(공상과학 소설 등)을 읽는 것이 즐겁다.	3.06	2.89	0.17
35	과학은 사회의 발전 방향을 이해하는 데 중요하다.	3.83	3.79	0.04
36	과학을 잘하면 나중에 직업을 선택하는데 유리하다.	4.09	4.04	0.04

【부록 3】 하브루타 수업에 대한 학생들의 인식 설문지

하브루타 수업에 대한 인식 설문지

다음은 여러분이 실시한 학습 방법에 대한 여러분의 의견을 조사하기 위한 것입니다. 여러분의 생각과 일치하는 곳에 'V'를 체크하거나 의견을 간단히 써 주시면 감사하겠습니다. 이 검사지는 수업을 위한 연구목적으로 사용될 것이며 다른 어떤 곳에도 영향을 주지 않습니다.

본 연구에 협조해 주셔서 감사합니다.

	항목	매우 그렇 다	그 렇 다	보 통 이다	그 렇 지 않다	전 혀 그 렇 지 않다
1	여러분이 참여한 수업은 흥미가 있었습니까?					
2	수업시간에 열심히 참여했다고 생각합니까?					
3	평소에 선생님이 설명을 통해 가르쳐 주시던 수업과 비교할 때, 하브루타 (친구 가르치기, 질문 만들기, 논쟁 중심)활용 수업이 지구과학 공부에 도움이 되었습니까?					
4	하브루타 수업을 앞으로도 종종 하고 싶습니까?					
5	하브루타 수업이 자신에게 의미 있었던 부분에 대해 자유롭게 써 주세요.					
6	하브루타 수업에서 보완해야할 부분이나 개선했으면 좋을 부분에 관해 자유롭게 써 주세요.					

【부록 4】 하브루타를 활용한 기후변화 교수학습 과정안

하브루타 수업모형 적용 교수학습 과정안 1차시

학습 주제	기후 변화 요인(1) 자연적 요인	대 상	고2	차 시	1/6
		수업모형	친구 가르치기 하브루타 활용수업		
		핵심역량	과학적 사고력, 과학적 의사소통능력		
학 습 목 표					
• 기후 변화의 자연적 요인을 지구 외적 요인과 지구 내적 요인으로 구분하여 설명할 수 있다.					
수업자 료	교과서, 학생용 활동지, PPT 자료				

학습 과정 (시간)	교 수 - 학 습 활 동	자료 및 유의사항
도입 (학습주제 소개) (5')	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 이번 차시의 학습목표와 주제 개관에 대해 소개한다. ▶ <생각열기>를 같이 읽으면서 생각해보도록 한다. ▶ 이번 차시의 학습을 위해 먼저 알아야 할 내용을 간략하게 설명한다. ▶ 학생들에게 2인 1조로 각자 공부할 범위를 정해주고 각자 공부하도록 안내한다. 	교사는 태양의 흑점, 지구의 공전궤도, 자전축의 운동 등의 선개념에 대해 간략히 설명한다.
스스로 공부하기 (15')	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 2인 1조 중에 한명은 A, 한명은 B부분을 맡아 스스로 공부한다. - A부분: 기후변화의 자연적 요인 중 지구 외적 요인 (태양 흑점수의 변화와 소빙하기, 지구의 공전 궤도 변화, 세차운동과 기온의 연교차, 자전축 경사각 변화) - B부분: 기후변화의 자연적 요인 중 지구 내적 요인(빙하와 반사율, 수륙분포와 기후 변화, 화산활동과 기후 변화) -교과서를 잘 읽으면서 자기가 맡은 부분의 활동지의 개념도를 그려보도록 한다. 	교과서에서 A파트와 B파트를 나누어 학생들에게 책임지고 공부할 것을 강조한다.

친구 가르치기 & 배우면서 질문하기 (10')	<p>▶ A부분을 공부한 사람이 먼저 짝에게 자신이 공부한 부분을 설명한다.</p> <p>- 허용적인 분위기를 조성하며 듣는 사람은 배우면서 질문을 하도록 한다.</p> <div> 지구 공전궤도가 왜 바뀌지? 지구 자전축은 왜 회전하는가? 등의 질문에 대해서도 자연스럽게 토론이 오가도록 하고, 해결이 안 될 경우는 나중에 질문하는 시간에 교사에게 질문하도록 한다. </div>	
입장바꿔 가르치기 & 배우면서 질문하기 (10')	<p>▶ 입장을 바꿔서 B부분을 공부한 사람이 짝에게 설명해준다.</p> <p>- 허용적인 분위기를 조성하며 듣는 사람은 배우면서 질문을 하도록 한다.</p> <p>- 자연스럽게 토론이 이루어지도록 한다.</p> <p>- 둘 다 모르는 부분이 있을 때는 앞뒤 짝에게도 질문하여 답을 찾는다.</p> <p>▶ 둘이 같이 <점프 문제>를 풀어본다.</p>	
이해 못한 내용 질문하기 (5')	▶ 학생들이 짝 활동에서 미처 이해하지 못한 내용을 질문하도록 하고 교사는 학생들의 입에서 답변을 이끌어 낼 수 있도록 적절한 발문을 한다.	
쉬우르, 하브루타 수업 성찰 (5')	<p>▶ 이번 차시 내용 중 반드시 알아야 할 내용을 교사가 전체 학생들에게 질문하고 답변한다.</p> <div> 자연적 요인 중 지구 외적 요인은 무엇이 있나요? 지구 공전궤도는 완전한 원궤도 인가요? 지구 자전축 방향이 현재와 반대가 되면 어떤 변화가 생기나요? 빙하가 녹으면 지표의 반사율이 어떻게 될까? </div> <p>▶ 학생들은 오늘의 학습을 되돌아보며 하브루타 수업 성찰문을 적는다.</p>	

하브루타 수업모형 적용 교수학습 과정안 2차시

학습 주제	기후 변화 요인(2) 인위적 요인	대 상	고2	차 시	2/6
		수업모형	친구 가르치기 하브루타 활용수업		
		핵심역량	과학적 탐구능력, 과학적 의사소통능력		
학 습 목 표					
<ul style="list-style-type: none">기후 변화의 인위적 요인에 대해 설명할 수 있다.온실효과와 지구 온난화에 대해 설명할 수 있다.					
수업자 료	교과서, 학생용 활동지, PPT 자료				

학습 과정 (시간)	교 수 - 학 습 활 동	자료 및 유의사항
도입(학습 주제 소개) (10')	<ul style="list-style-type: none"> 이번 차시의 학습목표와 주제 개관에 대해 소개한다. <생각열기>를 같이 읽으면서 생각해보도록 한다. 이번 차시의 학습을 위해 먼저 알아야 할 내용을 간략하게 강의한다. 학생들에게 2인 1조로 각자 공부할 범위를 정해주고 각자 공부할 시간을 준다. 	교사는 온실효과와 온실키체에 대해 학생들이 어느정도 알고 있는지 발문하여 선개념을 체크한다.
스스로 공부하기 (10')	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 짝 중에 한 명은 A, 한 명은 B부분을 맡아 스스로 공부한다. - A부분: 온실효과, 온실키체 - B부분: 온실키체 농도와 지구 온난화 [IPCC 제5차 평가 종합 보고서의 지구의 기온변화와 온실키체 농도 변화 그래프 자료] -교과서를 꼼꼼히 읽으면서 자신이 맡은 부분의 과제를 해결한다. 	교과서에서 A파트와 B파트를 나누어 학생들에게 책임지고 공부할 것을 강조한다.
친구 가르치기 & 배우면서	<ul style="list-style-type: none"> ▶ A부분을 공부한 사람이 먼저 짝에게 자신이 공부한 부분을 설명한다. -허용적인 분위기를 조성하며 듣는 사람은 배우면서 질문을 	

질문하기 (10')	<p>하도록 한다.</p> <p>-설명을 듣는 사람은 반드시 하나 이상의 질문을 해야 한다.</p> <p>-활동지의 과제를 해결한다.</p>	
입장바꿔 가르치기 & 배우면서 질문하기 (10')	<p>▶ 입장을 바꿔서 B부분을 공부한 사람이 짝에게 설명해준다.</p> <p>-허용적인 분위기를 조성하며 듣는 사람은 배우면서 질문을하도록 한다.</p> <p>- 설명을 듣는 사람은 역시 하나 이상의 질문을 한다. 자연스럽게 토론이 이루어진다.</p> <p>-둘 다 모르는 부분이 있을 때는 앞뒤 짝에게도 질문하여 답을 찾는다.</p> <p>▶ 둘이 같이 <점프 문제>를 풀어본다.</p>	
이해 못한 내용 질문하기 (5')	<p>▶ 학생들이 짝 활동에서 미처 이해하지 못한 내용을 질문하도록 하고 학생들의 입에서 답변을 이끌어 낼 수 있도록 적절한 발문을 한다.</p>	
쉬우르, 하브루타 수업 성찰 (5')	<p>▶이번 차시 내용 중 반드시 알아야 할 내용을 교사가 전체 학생들에게 질문하고 상호 답변한다.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>· 최근의 일어나는 기후 변화의 중요한 원인으로 무엇을 꼽을 수 있는가?</p> <p>· 수증기가 온실효과 기여도가 가장 큰 온실기체인데 수증기를 줄이자고 하지 않는 이유는?</p> <p>· 이산화탄소 증가의 주요 원인은 무엇일까?</p> </div> <p>▶ 학생들은 오늘의 학습을 되돌아보며 하브루타 수업 성찰문을 적는다.</p> <p>▶ 과제 배부- 다음 시간에 있을 기후변화 논쟁 수업을 위해 읽기자료를 배부하고 미리 읽어 오도록 한다.</p>	

하브루타 수업모형 적용 교수학습 과정안 3차시

주 제	3. 기후 변화의 영향과 대책(1) - 기후변화가설 조사 및 논쟁하기	대 상	고2	차 시	3/6
		수업모형	논쟁 중심 하브루타 활용 수업		
		핵심역량	과학적 의사소통능력, 과학적 참여와 평생학습능력		
학 습 목 표					
<ul style="list-style-type: none">기후 변화의 원인을 설명하는 다양한 가설들을 조사할 수 있다.기후 변화의 원인을 설명하는 다양한 가설을 주제로 논쟁할 수 있다.					
논제	기후변화의 원인을 설명하는 다양한 가설(부제: 지구가 더워지는 게 정말 사람 때문인가?)				
수업자료	다큐영화 「불편한 진실」 동영상 교과서 및 PPT, 활동지, 스마트폰				

학습 단계 (시간)	교 수 - 학 습 활 동	자료 및 유의사항
도입, 주제 소개 (5')	<p>▶ 다큐 영화 「불편한 진실」(엘 고어, 2005)의 일부를 보여주고, 이에 대해 자유롭게 의견을 나눈다.</p> <p>- 이 영화를 수업 교재로 쓰는 데에 반대한 소송 의견도 있었음을 이야기하며 논쟁의 주제가 될 수 있음을 소개한다.</p>	「불편한 진실」 동영상
논제 조사하기 (10')	<p>▶ 각자 전 시간에 배부했던 지구온난화에 대한 논쟁을 담고 있는 기사자료를 다시 읽으면서 중요한 부분에 밑줄을 긋는다.</p> <p>- 기사를 비판적인 입장에서 읽고 의문이 드는 점을 생각해본다. 스마트폰으로 근거를 추가로 찾아 본다.</p>	활동지, [기후변화에 대한 논쟁 기사], 학생 스마트폰
짜논쟁 (10')	<p>▶ '현재의 기후변화, 자연 요인 vs 인간 활동 요인'에 대한 입장을 짚끼리 정하여 가설에 대해 논쟁하기</p> <p>입장1: 지구 기후변화는 자연적인 요인에 의한 것이다.</p> <p>입장2: 지구 기후변화는 인간 활동으로 온실기체가 증가했기 때문이다.</p>	입장이 같으면 가위바위보 등의 방법으로 입장을 정하도록 한다.

모둠논쟁 (10')	<p>▶ 앞뒤로 4인 1조가 되어 둘씩 입장을 정하여 논쟁한다. -교사는 모둠에 한 가지씩 추가로 심화 논쟁거리를 제공한다.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>[심화 논제]</p> <ul style="list-style-type: none"> • 최근의 기온 상승 폭은 비정상적인가? • 온실효과의 주된 원인이 대기 중 이산화탄소 증가 때문인가? • 이산화탄소 증가의 원인은 인간에게 있는가? • 대기 중 이산화탄소를 증가시키는 다른 원인은 어떤 것이 있는가? • 지구의 기온을 변화시키는 요인은 어떤 것이 있는가? • 과거 기온이 현재보다 높았던 시기가 있었는데, 이것은 어떻게 설명할 것인가? • 산업혁명 이후 지속적으로 기온이 증가한 것은 아니며, 기온이 낮아진 시기도 있었다. 이러한 현상에 대해 어떻게 설명할 것인가? </div> <p>-논쟁을 마무리하고 모둠의 입장을 정리하여 화이트보드에 적는다.</p>	모둠별 화이트보드, 마커펜
발표 (10')	<p>- 모둠별로 돌아가며 논쟁한 내용에 대해 발표하도록 한다. -모둠별로 주로 어떤 논쟁거리를 택하여 논쟁하였는지와 결론을 발표한다.</p>	
쉬우르 (5')	<p>-교사는 발표한 모둠들의 입장을 정리하고 기후 변화 논쟁에서 유의해야 할 점들을 언급한다.</p>	

하브루타 수업모형 적용 교수학습 과정안 4차시

주 제	인간활동에 의한 기후변화	대 상	고 2학년	차 시	4/6
		수업모형	질문 중심 하브루타 활용 수업		
		핵심역량	과학적 사고력, 과학적 의사소통능력		
학 습 목 표					
<ul style="list-style-type: none">인간 활동에 의한 기후 변화를 이해할 수 있다.한반도의 기후변화를 이해하고 대응방안을 토의할 수 있다.					
주제질문	지구온난화의 주요 원인은 무엇인가? 한반도의 기후는 어떻게 변하고 있는가?				
수업자료	교과서, 동영상자료, 학생활동지, 포스트잇				

학습 과정 (시간)	교 수 - 학 습 활 동	자료 및 유의사항
도입 (동기유 발) (5')	<ul style="list-style-type: none"> 1, 2차시에 학습했던 기후변화의 요인에 대한 간단한 발문으로 전시학습을 상기한다. - 기후변화의 자연적 요인에는 어떤 것들이 있었나요? - 기후변화의 인위적 요인에는 어떤 것들이 있었나요? ▶ 다큐영화 「불편한 진실」(엘 고어, 2005)의 일부를 시청한다. (영화 내용 중 이산화탄소 농도의 변화와 기온변화 그래프를 보여주는 부분) - 영상을 보면서 인상 깊은 점들을 메모한다. 	동영상자료
질문 만들기 (5')	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 동영상을 시청한 후 자신의 생각을 토대로 의문이 드는 점과 토론하고 싶은 점을 질문으로 만들어본다. ▶ 자신만의 질문을 만들어 포스트잇에 적는다. 질문은 최소 2개 이상 만들어보도록 한다. 	자신의 질문을 혼자서 만들기 힘든 학생은 짝과의 대화를 통해 만들 수 있다.

	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>(예상질문) 기후모형의 결과를 믿을 수 있을까? 지구온난화는 진짜 인간에 의한 인위적인 요인 때문인가? 지구온난화로 오존층 파괴가 심해지는가? 앞으로 현재추세처럼 온실기체가 배출된다면 얼마나 지구 온도가 상승할까? 현재의 지구온난화는 어떤 것이 주요한 원인인가? 온실기체 중에 어떤 기체를 줄여야 지구 온난화를 효과적으로 낮출 수 있는가? 온난화가 심각해지면 지구의 기후시스템은 어떻게 될까?</p> </div>	
<p>짝 토론 (5')</p>	<p>▶ 짝끼리 만든 질문들을 공유하고 비슷한 것끼리 묶어 분류한다.</p> <p>▶ 단답으로 쉽게 대답할 수 있는 질문들을 제외하고 생각이 필요한 질문들로 토론한다. 교과서 130~131p 「정부 간 기후 변화 협의체(IPCC) 5차 보고서」 그래프를 보면서 토론하는 데 도움이 되는 정보를 얻을 수 있다.</p> <p>- 짝과 나눈 질문 중에서 가장 좋다고 생각하는 질문 하나를 뽑는다.</p>	<p>어떤 질문을 고를지 모르겠다고 할 경우 오늘의 주제와 맞으면서 논쟁이 가능한 질문을 뽑도록 조언한다.</p>
<p>모둠 토론 (20')</p>	<p>▶ 앞뒤로 4인 1조를 이루어 짝 토론에서 뽑은 질문으로 자유롭게 토론한다. (질문 2개)</p> <p>- 돌아가면서 한 질문씩 제시하고 그 질문에 대해 서로 답변, 반박, 재질문을 하면서 자유롭게 토론한다.</p> <p>▶ 최고의 질문을 뽑고 그 질문으로 토론한다. (이번 차시의 주제와 밀접한 관계가 있으며 쉽게 해결하기 어려운 질문)</p> <p>▶ 지구온난화에 대한 1차 토론이 마무리되면 [한반도의 기후 변화 자료(기온 변화율과 강수량 변화율)]을 모둠에 배부하고 자료들을 토대로 우리나라의 기후변화 양상에 대해 이야기해 본다.</p> <p>▶ 이러한 우리나라의 기후변화에 대처하기 위한 대응방안에 대해 토의해 본다.</p> <p>- 모둠을 돌며 토론이 잘 이루어지는지 관찰하고 토론이 잘 이루어지지 않는 모둠에는 교사가 쉬운 질문을 던져 학생들의</p>	<p>하나의 질문에 대해 4명 모두 말을 할 수 있도록 한다.</p> <p>지구온난화에 대한 토론을 마무리하고 한반도의 기후변화 양상에 대한 토의를 하도록 지도한다.</p>

	<p>대화를 이끌어낸다.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 토론 내용을 활동지에 정리하여 발표를 준비한다. - 칠판 앞에 각 모둠에서 토론한 질문 포스트잇을 붙이도록 한다. 	
모둠별 발표 (10')	<p>▶ 각 모둠별로 토론한 내용을 정리하여 발표한다.</p> <p>시간이 부족한 경우 칠판을 다 같이 보며 토론한 질문만 공유한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 발표를 들으며 지구온난화가 인간 활동 때문이 아니라 자연적인 요인에 의한 것이라는 주장에 반박하는 글을 써본다. 	
쉬우르 (5')	<p>▶ 교사는 칠판의 질문 포스트잇들을 종류별로 유목화한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 비슷한 유형끼리 포스트잇을 모아서 배치 한다. <p>가장 많이 나왔던 질문과 토론 내용을 가지고 교사가 학생 전체와 하브루타한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 학생들의 발표(답변)에 오류가 있는 부분을 바로잡아 주고 중요한 내용을 강조하며 마무리한다. 	

하브루타 수업모형 적용 교수학습 과정안 5차시

주 제	기후변화로 인한 영향과 그에 대한 과학적 해결방안 토의하기	대 상	고2	차 시	5/6
		수업모형	질문 중심 하브루타 활용 수업		
		핵심역량	과학적 사고력, 과학적 문제해결력, 과학적 의사소통능력		
학 습 목 표					
<ul style="list-style-type: none">기후 변화로 인한 영향을 여러 가지 측면에서 말할 수 있다.기후 변화 문제를 과학적으로 해결하기 위한 방안을 토의할 수 있다.					
주제질문	기후변화로 인한 영향에는 어떤 것들이 있는가? 기후 변화 문제를 해결하기 위한 방안은 무엇이 있을까?				
수업자료	기후변화의 영향에 관련된 주제별 기사자료, 학생활동지, 포스트잇				

학습 과정 (시간)	교 수 -학 습 활 동	자료 및 유의사항
도입, 생각 열기 (5')	<p>- 4인 1조 모둠으로 앉는다.</p> <p>▶ 모둠별로 제비뽑기를 하여 한 가지씩 주제를 고르고 주제에 해당하는 기사를 배부한다.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>기사주제</p> <ol style="list-style-type: none"> 열대성 질환 증가 수산업에 미치는 영향 농업에 미치는 영향 생태계 파괴, 생물대멸종 작물재배 변화 해수면 상승 폭염 일수 증가 수자원에 미치는 영향 <p>주제 하나당 관련 기사가 4~5개씩 있다.</p> </div> <p>- 4명에서 기사를 1~2개씩 나누어 맡아 읽도록 한다.</p>	<기후변화의 영향> 모둠별 기사자료 (8가지 주제)

질문 만들기 (10')	<p>▶ 각자 기사자료를 읽고 요약한 뒤 질문을 두 개 이상 만든다. 핵심질문 : 기후 변화로 인한 환경적, 사회적, 경제적 영향에는 어떤 것들이 있는가?</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>(예상질문) 폭염과 산불 위험성은 어떤 관계가 있을까? 지구온난화로 우리나라의 농업이 지금보다 발달할 수 있을까? 지구온난화로 인한 폭염으로 생명의 위협이 증가할까? 기후변화로 우리의 식탁에는 어떤 변화가 생길까? 물 부족을 어떻게 해결할까? 해수면 상승이 계속되면 어떻게 될까?</p> </div>	
짹 토론(5')	<p>▶ 짹과 서로 질문 포스트잇을 바꾸어 상대방의 질문에 답을 적어 본다. - 답을 적기 어려운 질문은 짹과 함께 기사를 잘 살펴보고 토론하여 적어본다.</p>	
모듬 토론 (20')	<p>▶ 4인 1조로 각자 기사에 나온 '기후변화로 인한 영향'들을 환경적 영향, 사회적 영향, 경제적 영향으로 분류하여 토론하고 정리한다. 서로 읽은 기사가 다르므로 자신이 읽은 부분에 대하여 모듬원들에게 잘 설명해 준다. ▶ '기후변화에 대한 적응, 대응 방안'을 개인 차원, 지역사회 차원, 국가적 차원에서 생각하고 토론하여 정리해 본다. 과학적인 대응방안을 검색하고 간단히 정리해 본다. 예) CCS 이산화탄소 포집 매장기술, 친환경 에너지 발전, 에어로졸을 통한 반사율증가</p>	모듬 활동지, 스마트폰
모듬별 발표, 쉬우르- 마무리 (10')	<p>▶ 모듬별로 토론정리한 내용을 돌아가면서 발표한다. - 학생들은 다른 모듬의 발표 내용을 들으면서 활동지에 정리한다. - 교사는 학생들의 발표(답변)에서 같이 생각해볼 만한 것들에 대해 다시 한번 질문을 하며 쉬우르 한다.</p>	

하브루타 수업모형 적용 교수학습 과정안 6차시

주 제	기후 변화 협약과 의사결정	대 상	고2	차 시	6/6
		수업모형	논쟁 중심 하브루타 활용 수업		
		핵심역량	과학적 사고력, 과학적 탐구능력, 과학적 의사소통 능력		
학 습 목 표					
• 기후 변화협약에 대한 다양한 관점을 토대로 논쟁하고 의사 결정을 할 수 있다.					
논제	개발도상국과 후진국도 기후변화 협약에 의무적으로 참여해야 하는가				
수업자료	교과서 및 PPT, 활동지, 기후변화 협약 관련 기사자료				

학습 과정 (시간)	교 수 - 학 습 활 동	자료 및 유의사항
주제 소개 ,생각 열기 (10')	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 《모의 UN기후변화 회의》 읽기 자료를 다같이 읽는다. ▶ 기후변화 협약의 역사와 '미국의 파리협정 탈퇴'뉴스 등 영상을 본다. - 자료를 보면서 기후변화 협약의 필요성과 각국의 이해관계에 대하여 자유롭게 이야기한다. 	『과학 리플레이 (가치를 꿈꾸는 과학교사 모임)』에서 발췌한 《모의 UN기후 변화 회의》읽기자료, 뉴스동영상 자료
논제 조사하 기 (15')	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 기후변화 협약에 대한 최근의 기사 자료를 모둠(4인1조)마다 제공한다. - 각자 기사를 1~2개씩 나누어 읽고 주요 내용을 요약하도록 한다. <p><기사 제목></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 느릿느릿한 기후변화 대응 2. 중국의 기후변화 대응 상황 3. 기후변화를 둘러싼 갈등 4. 파리의정서 국가 간 견해 차이 5. 우리나라 정부의 제안 6. "미국 파리협정에 돌아와야" 	기후변화협약에 대한 최근 기사자료, 활동지

<p>짝논쟁 (5')</p>	<p>▶ 기후변화협약과 관련하여 우리나라의 입장에 대해 짝과 논쟁한다.</p> <p>- 논제 '개발도상국과 후진국도 기후변화협약에 지금 의무적으로 참여해야 하는가?'</p> <p>- 짝 입장을 정한다.</p>	
<p>모듬논쟁 (10')</p>	<p>▶ 앞뒤로 4인 1조가 되어 같은 논제로 다시 한번 논쟁한다.</p> <p>▶ 우리 모듬의 입장을 정하여 '개발도상국과 후진국의 기후변화 협약 참여'에 대한 찬성, 중립, 혹은 반대에 대한 입장과 그 근거를 서술한다.</p>	
<p>발표 쉬우르 (10')</p>	<p>▶ 모듬별로 돌아가며 우리 모듬의 입장에 대해 발표하도록 한다.</p> <p>- 모듬별로 논쟁한 내용과 우리 모듬의 입장을 발표한다.</p> <p>- 오늘 논쟁 수업의 소감을 자유롭게 나눠보도록 한다.</p> <p>- '배출권 거래제'와 '탄소세'에 대하여 간단히 소개하고 개인적으로 더 알아보도록 권장한다.</p>	

【부록 5】 학생 활동지 및 수업(읽기)자료

학생 활동지 1차시

2. 기후변화- 01. 기후변화의 요인-(1) 자연적 요인

<생각열기> 세계 최대의 사막인 사하라 사막에는 기원전 12,000년에서 기원후 100년까지 제작된 것으로 추정되는 암각화가 있다. 여기에는 기린, 코뿔소, 사자, 코끼리 등 사막이 아닌 초원에서 서식하는 동물들이 많이 등장한다. 지금은 사하라 사막에서 볼 수 없는 동물들을 어떻게 벽화에 그렸을까?

A가 공부할 부분: 교과서 126p 기후변화의 자연적 요인 중 지구 외적 요인

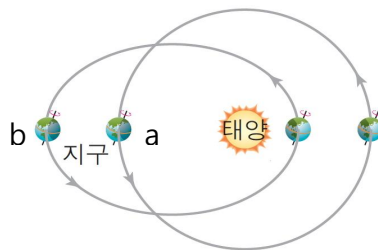
keyword : 태양 흑점수, 지구의 공전궤도, 세차운동, 계절변화, 지구 자전축 경사각, 밀란코비치 주기

[교과서126p 그림참고]

위의 keyword를 사용하여 개념도를 그리고 짝에게 설명해 보자.



짝과 같이풀기 문1) 그림은 지구의 공전궤도가 약10만 년을 주기로 원에 가까운 형태에서 납작한 타원의 형태로 바뀌는 것을 모식적으로 나타낸 것이다.



지구의 공전궤도가 a에서 b로 변한 경우 지구의 여름과 겨울의 기온(북반구 기준)은 어떻게

변하는가?

짜과 같이 풀기 문2) 그림은 세차운동으로 지구 자전축 경사 방향이 현재와 반대로 된 모습을 모식적으로 나타낸 것이다. 빈칸을 채워봅시다.



- 여름과 겨울의 기온은 현재와 비교하여 어떻게 변하는가? (자전축 이외의 요소는 변하지 않았다고 가정함)

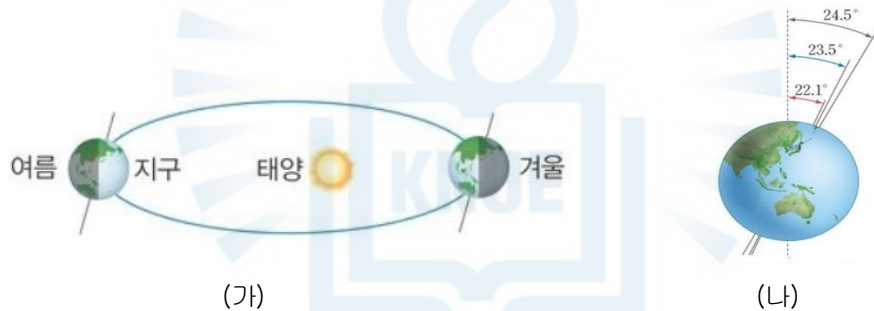
B가 공부할 부분: 교과서 127p 기후변화의 자연적 요인 중 지구 내적 요인

keyword: 빙하, 지표 반사율, 수륙분포, 화산활동, 대기의 투과율, 기권과 수권의 상호작용
 위 keyword를 모두 사용하여 개념도를 그리고 짝에게 설명해 보자.

<점프 문제>

1. 그림(가)는 현재 지구의 자전축 방향을 나타낸 것이고 (나)는 지구 자전축 경사각의 변화를 나타낸 것이다.

13000년 후 지구자전축이 지금과 반대방향으로 향하고 경사각은 24.5°가 되었다면 북반구의 여름과 겨울의 기온은 어떻게 되겠는지 예상하고 설명하시오.



<수업일기>

학생 활동지 2차시

2. 기후변화- 01. 기후변화의 요인- (2) 인위적인 요인

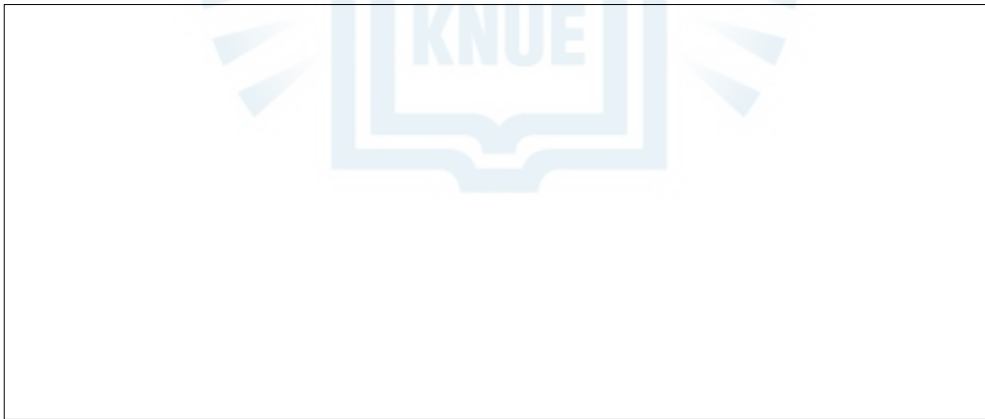
<생각열기> 350운동을 들어보았나요? 미국의 환경운동가인 빌 맥키번이 시작해 전 세계 188국 사람들이 참여하고 있는 이 운동의 350은 무엇을 의미할까요? 350은 대기 중 이산화탄소 농도를 현재의 400ppm이상에서 350ppm 수준까지 낮추어야 지구의 기후변화로 인한 위험을 막을 수 있다고 주장하는 환경운동입니다. 유명 인사나 참여자들이 350이라는 숫자를 포함한 단체사진을 찍어 인터넷 사이트에 공유하면서 많은 호응을 얻고 있다고 합니다. 이러한 환경운동에 대해 어떻게 생각하나요?

A가 공부할 부분: 교과서 128p 온실효과와 온실기체, 온실기체 농도와 지구 온난화

온실효과란? 온실효과는 대기 중의 온실가스가 지구에서 우주로 방출하는 에너지를 흡수하여 이를 다시 지구 표면으로 되돌려주어 지구의 온도를 상승시키는 현상을 말한다. 대표적인 온실가스로는 수증기, 이산화탄소, 메탄 등을 꼽을 수 있다. 이 중에서 수증기가 전체 온실효과의 약 70%를 좌우하며 이산화탄소의 영향은 약 20% 정도로 알려져 있다.

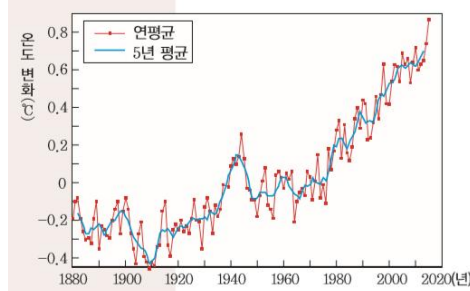
keyword : 태양복사에너지, 지구 복사에너지, 단파장, 장파장, 온실 기체, 이산화탄소, 메테인, 온실효과

위 keyword를 참고하여 온실효과의 원리를 인포그래픽으로 그려보자.

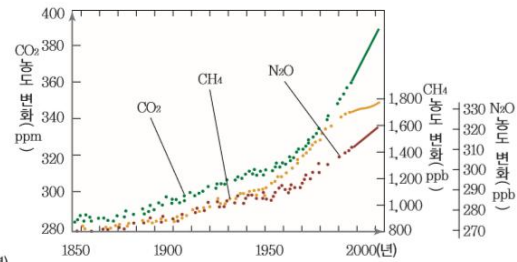


B가 공부할 부분: 교과서 128p 및 온실기체 농도변화와 평균 기온 변화, 온실기체의 종류와 배출원

keyword : 평균 기온 변화, 평균 온실 기체 농도 변화, 이산화탄소, 메테인, 아산화질소, 배출원



(가) 지구의 평균 기온 변화 (출처: NASA, 2015)



(나) 지구의 평균 온실 기체 농도 변화 (출처: IPCC 5차 보고서, 2014)

(점선은 빙하 시추 자료이고, 실선은 대기 중 실제 관측 자료이다.)

[그림 ybm교과서 139p]

* ppm: 100만 분의 1로, 농도를 나타내는 단위 /ppb: 10억 분의 1로, ppm과 함께 농도를 나타내는 단위

1. 위 그래프 (가)와 (나)를 보고 답해보자.

- 1880~ 2019년까지 전 지구 평균 기온 변화는 어떤 경향을 보이는가?
- 지구의 평균 온실 기체 농도 변화는 어떤 경향을 보이는가?
- 지구의 평균 기온 변화와 평균 온실 기체 농도 변화 사이에는 어떤 관계가 있는지 짚고 이야기해 보자.

2. (나) 그래프에 나타난 세 온실 기체 중 지구 기온 변화에 가장 큰 영향을 주는 것은?

다음 온실 기체는 주로 어디서 생성되는지 배출원을 조사해 봅시다. (스마트폰 사용해도 됨)

- 이산화탄소 :

- 메테인:

-아산화질소:

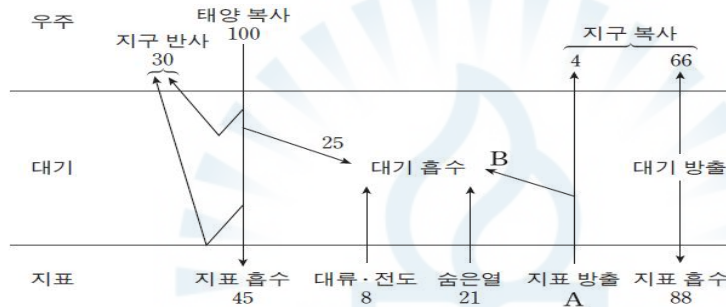
<점프문제>

1. 온실효과에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- ㄱ. 수증기와 이산화탄소는 온실 효과를 일으키는 기체이다.
 ㄴ. 온실 기체는 짧은 파장의 가시광선을 긴 파장의 적외선보다 잘 흡수한다.
 ㄷ. 온실 효과에 의해 지구의 평균 기온은 온실 기체가 없는 경우보다 높게 유지된다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

2. 그림은 지구에 도달하는 태양 복사 에너지의 양을 100 이라고 할 때 평형 상태의 지구 열수지를 나타낸 것이다.



[그림 2014학년도 수능대비 6월 전국연합평가]

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- ㄱ. A는 133이다.
 ㄴ. 대기가 흡수하는 복사 에너지의 총량은 154이다.
 ㄷ. 지구로 들어오는 복사에너지량과 우주로 나가는 복사에너지량은 같다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

학생 활동지 3차시

<p>2-1. 기후변화의 요인</p> <p>2-2. 인간활동에 의한 기후 변화</p> <p> 논제: 기후변화의 원인을 설명하는 다양한 가설 (부제: 지구가 더 워지는 게 정말 사람 때문인가?)</p>	<p>2학년 ()반 ()번 ()의 활동지 입니다</p>
<p>논제 조사, 요약하기</p>	
<p>짜과 논쟁</p>	
<p>모둠 논쟁 과 결론</p>	
<p>지구 기후 변화에 대 한 나의 생각</p>	

【3차시 읽기자료】

[기사1]

지구가 뜨거워지는데 북극 빙하는 왜 늘어나?

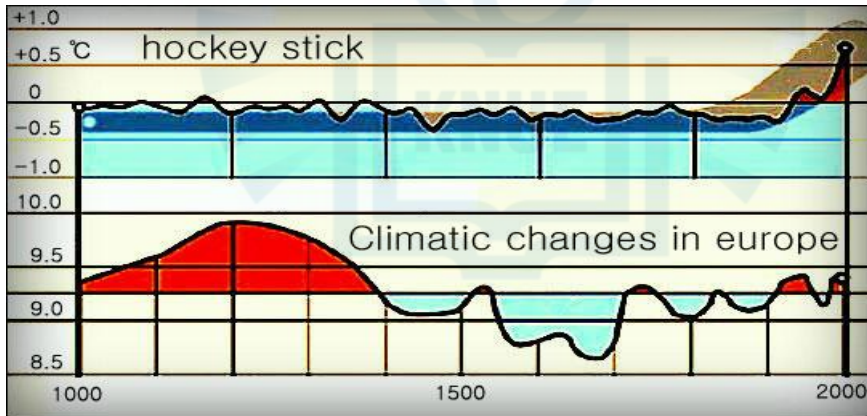
인위적 지구온난화보다 자연변동 온난화에 무게감

데일리안 2013-09-18 10:18

북극 빙하의 증가가 일시적인가 아니면 지속적으로 증가할 것인가를 두고 학계에서는 논쟁이 진행되고 있다. 이는 ‘지구 온난화가 이산화탄소의 증가로 인한 것인가?’ 아니면 ‘자연적인 변동에 의한 것인가?’와 그 맥락을 같이한다.

인위적 온난화에 의한 것이라면 북극빙하의 증가는 반드시 증가하게 된 이유가 존재할 것이고, 자연적인 온난화라면 북극빙하의 증가도 자연현상에 의한 것이고 그에 따른 증가 이유가 존재할 것이다. 학자들의 이야기에서 일반인인 우리가 듣기에는 모든 것이 일리가 있고, 자연적인지, 인위적인지 판단하기 어렵다.

이산화탄소 증가에 의한 인위적 온난화를 주장하는 사람과 자연적인 변동으로 인한 지구온난화를 중장하는 사람들 사이에서 특별한 차이가 있다. 그것은 지난 1000년간 지구 기온변동이다.



▲ 상단 그래프(인위적 지구온난화를 설명하는 천년간 기온변화표)는 ‘하키스틱 곡선(hockey stick)’으로 IPCC 3차 보고서 수록, ‘불편한진실’로 유명해졌다. 하단 그래프(자연적 지구온난화를 설명하는 1000년간 기온변화표)는 1000년간 기온변화곡선 IPCC 1차보고서 수록. ©최성호

서로 다른 1000년간의 기온변화 표가 있다.

위 그래프는 이산화탄소에 의한 인위적 온난화를 주장하는 사람들 지난 1000년간의 온

도변화를 말한 것이다. 일명 하키스틱곡선으로 ‘불편한 진실’의 엘고어가 주장한 내용이다. 이온도 그래프는 IPCC 3차 보고서에 수록된 그래프이기도 하다.

아래 그래프는 기후 변동에 의한 자연적 온난화를 주장하는 사람들이 지난 1000년간의 온도변화를 말하고 있다. 해당 그래프는 1990년 IPCC 1차 보고서에 수록된 그래프다.

두 기온변화표가 전혀 다르기 때문에 두 가지 중 어느 것이 진실인지 알아보면 된다. 20세기의 온도변화는 두 그래프가 똑같이 상승하고 있다. 그렇다면 과거 서로 다른 온도변화에 주목하면 위 그래프는 지난 1000년간 온도변화가 거의 없다. 반면 아래 그래프는 1200년대를 정점으로 약 400년간 지금보다 온난한 기후를 보이고 있고, 또 1550년~1700년대 중반까지 한랭한 기후를 보이고 있다.

자연적 온난화를 주장하는 사람들은 1200년대를 ‘중세 온난기’라고 부른다. EBS에서 방영한 ‘그린란드의 여름이야기’를 보면 과거 바이킹이 정착해서 밀을 재배하고 살았다고 나온다. 영국북부에서 포도가 재배되었다고 한다. 중국에서도 이러한 변화가 있는데 아열대 식물일 감귤이 지금보다 상당히 북쪽에서 재배 되었다는 기록이 있다.

반면 1550~1750년까지 아주 추웠던 시기가 있다. 이때를 ‘소빙하기’ 또는 ‘17세기 소빙하기’라고 불린다. 당시 유럽은 춥고 습한 날씨로 인해 흉년이 지속적으로 발생했고, 기근과 전염병들이 발생했던 시기였다. 조선에서도 이때쯤 소빙하기 도래했는데 이때가 현종, 숙종 때다. 특히 경신대기근(1670년~1671년)과 을병대기근(1695년~1699년)이 그 중간에 있었다. 을병대기근은 7월과 8월에 눈이 내렸다는 기록이 있다. 음력이라고 하더라도 양력으로 보면 8월과 9월 늦어도 10월쯤 눈이 내린 것이다. 당시 냉해와 가뭄으로 많은 죽었다고 한다.

지금의 지구온난화가 인간에 의한 온난화일 가능성이 높다. 하지만 위 두 가지 기온변화표를 보면 하키스틱곡선보다는 아래쪽 자연변동에 의한 지구온난화가 더 신빙성을 더해준다.

글/최성호 환경정보평가원 사무처장

[기사2]

[코펜하겐 기후회의] 기후변화 '진실 혹은 거짓' 공방 치열

이투데이 기사입력 : 2009-12-08 19:55

7일 덴마크 코펜하겐에서 개막한 유엔 기후변화회의는 세계 192개국이 온실가스 배출과 기후변화 억제 방안을 논의하는 자리다. 그런데 이 회의의 기본 전체인 '온실가스의 증가가 지구온난화의 원인이다', '지구는 점점 더워지고 있다' 등에 조차 동의하지 않는 목소리도 있다.

이들 '기후변화 회의(懷疑)론자'의 주장은 무엇이고, 온실가스와 기후변화를 인정하는 학계는 여기에 어떻게 반론하는지 BBC 인터넷판이 8일 짚었다.

◇지구 온도가 상승한다는 증거가 불명확하다.

▲회의론자 = 1979년부터 지구의 표면 온도가 상승했다는 측정치는 오류일 가능성이 크다. 측정은 에너지 사용량이 큰 도심에서 대부분 이뤄졌기 때문에 이는 '도심 열섬효과'의 측정치일 뿐이다.

▲반론 = 해양 관측 결과와 적설량 감소, 북극 빙하 감소, 농작물 재배기간 증가, 기구와 시추공, 위성 등을 이용한 측정치는 지상의 기후관측 결과에 모두 들어맞는다. 또 북극과 북쪽 고위도지역에서 발견되듯 지구온난화의 패턴은 도시화 패턴과 유사하지 않다.

◇평균기온은 더는 상승하지 않는다.

▲회의론자 = 1998년 이후 위성과 라디오존데(radiosonde) 등의 관측 기록을 보면 이렇다 할 기온 상승 추이가 보이지 않는다.

▲반론 = 1998년은 강한 엘니뇨 현상으로 유난히 기온이 높았고 2008년은 라니냐 현상 때문에 이례적으로 추웠다. 특별히 따뜻한 해를 시작점으로 잡거나 유난히 추운 해를 마지막으로 두는 것은 아전인수(我田引水)식 논리다.

◇지구는 가까운 과거에 기온이 더 높은 적이 있다.

▲회의론자 = 1000년대 초반은 '중세 온난기'로, 특히 유럽 기온은 지금보다 높았다. 잉글랜드 북부에서도 포도가 자랐고 알프스 산맥의 얼음도 녹았다. 북극은 1930년대가 오늘날보다 더 따뜻했다.

▲반론 = 지구 역사상 오늘날보다 기온이 높았던 시기는 마지막 간빙기(12만 5천년 전)나 선신세(鮮新世, 300만년 전) 등 많았다. 이 같은 변화는 태양 복사량 변화나 지구 궤도 불안정, 대륙 형성 등에서 비롯했다. 그러나 오늘날 이들 요인의 영향은 온실효과와 비교하면 미미한 수준이다.

◇컴퓨터 모델은 신뢰하기 어렵다.

▲회의론자 = 컴퓨터 모델은 구름의 영향이나 수증기 분포, 온난해류가 빙봉(氷棚)에 미치는 영향 등 모든 요인을 반영하지는 못한다.

▲반론 = 완벽한 예측은 불가능하지만 모든 종류의 자료에 대응한 시험과 검증을 거쳤다. 2007년 유엔 정부 간 기후변화위원회(IPCC) 보고서는 2001년에는 불가능했던 수준까지 지역 기후를 세밀하게 예측해냈다.

◇기후에 주로 영향을 미치는 요인은 태양이다.

▲회의론자 = 지구의 역사를 보면 기후는 태양의 에너지 방출에서 나타나는 주기적인 변화에 반응한다. 모든 온난화 현상은 태양의 자기장과 태양풍 변화가 그 주된 요인이다.

▲반론 = 1960년대 이후 태양열 지수 상에 상승 추이가 전혀 나타나지 않았음을 볼 때 태양 복사열 변화는 최근 온도변화 추이의 원인이 될 수 없다. '태양 극대기'와 '태양 극소기'(11년 주기) 간 태양 활동량 차이에 따른 영향은 같은 기간 온실가스가 지구에 미치는 영향의 10분의 1에 불과하다.

◇이산화탄소(CO2)량 증가 현상은 기온이 상승하고 나서야 나타났다.

▲회의론자 = 100만년 전에 형성된 빙핵(ice core)에서는 기온 상승과 CO2량 상승 간 대략 10만년 정도의 간격이 있음을 나타내는 무늬가 발견된다. 그러나 CO2량은 항상 기온이 상승한 후에야 증가했다. 추정컨대 이는 바닷물에 녹아 있던 가스가 기온 상승으로 물과 분리됐기 때문이다.

▲반론 = 고대의 빙핵에서는 분명 기온이 상승하고 몇 백년이 지나 CO2량이 늘었다는 증거가 발견된다. 그러나 지금은 CO2 증가가 기온 상승보다 앞선다. 게다가 대기 중의 CO2 초과분(산업화시대 전보다 35% 증가)은 인간이 만들어냈는데, 이는 65만 년간 빙핵에 기록된 것보다 더 높은 수준이다.

◇온실가스 대부분은 수증기이며 CO2는 상대적으로 덜 중요하다.

▲회의론자 = 가장 중요한 온실가스는 온실효과 유발 원인의 98%를 차지하는 수증기다. CO2나 메탄 농도 증가는 영향이 상대적으로 작다.

▲반론 = 수증기가 온실효과 원인의 98%를 차지한다는 말은 거짓이다. 실제로는 50%를 차지하고, 구름이 25%, 나머지는 CO2를 비롯한 나머지 온실가스다.

안경주 기자 ahnkj@e-today.co.kr

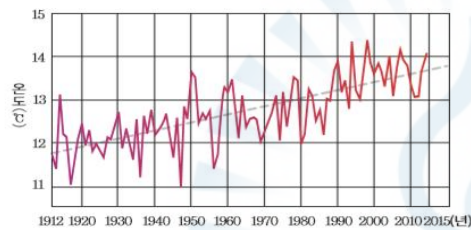
학생활동지 4차시

<p>2-2. 인간활동에 의한 기후 변화 (교과서129~ 133p)</p> <p>◆ 핵심질문: 지구온난화의 주요 원인은 무엇인가? 한반도의 기후는 어떻게 변하고 있는가?</p>	<p>2학년 ()반 ()번 ()의 학 습지 입니다</p>
<p>생각열기</p>	<p>「불편한 진실」(2005)을 보면서 메모하기</p>
<p>짚과 토론 한 내용 정 리하기</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 60%;"> <p>-질문:</p> </div> <div style="width: 35%;"> <p><핵심 키워드></p> </div> </div> <div style="margin-top: 20px;"> <p>* 기후 모형 자 료의 온도편차는 무엇을 의미하는 가?</p> </div>
<p>모 둠 에 서 토론한 내 용 정리하 기</p>	<div style="display: flex;"> <div style="width: 60%;"> <p>-질문:</p> </div> <div style="width: 40%; border: 1px solid black; padding: 10px; margin-top: 20px;"> <p>♣우리나라의 기후 변화의 영향은 어떠한지 특징을 적어보자.</p> </div> </div>

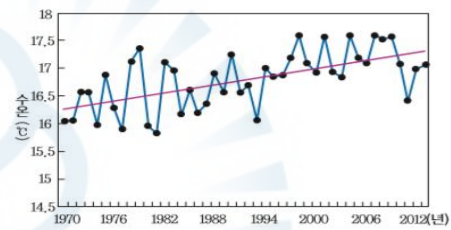
♣ 현재의 지구온난화가 인간활동 때문이 아닌 태양의 변화와 자연적인 요인에 의한 것이라고 주장하는 의견에 반박하는 글을 써보자.

<4차시 모둠 토론 제공자료>

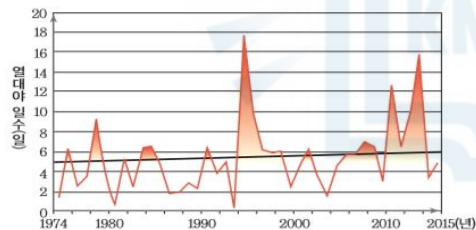
[한반도 기후변화 참고 자료] YBM교과서 141p



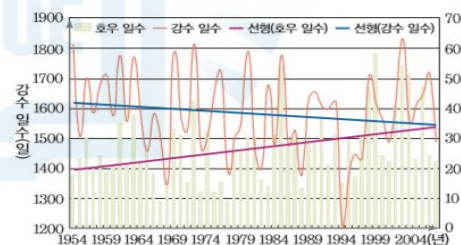
(가) 우리나라의 연평균 기온 변화
(출처: 기상청, 2015)



(나) 우리나라의 근해 연평균 수온 변화
(출처: 국립수산물학원, 2012)

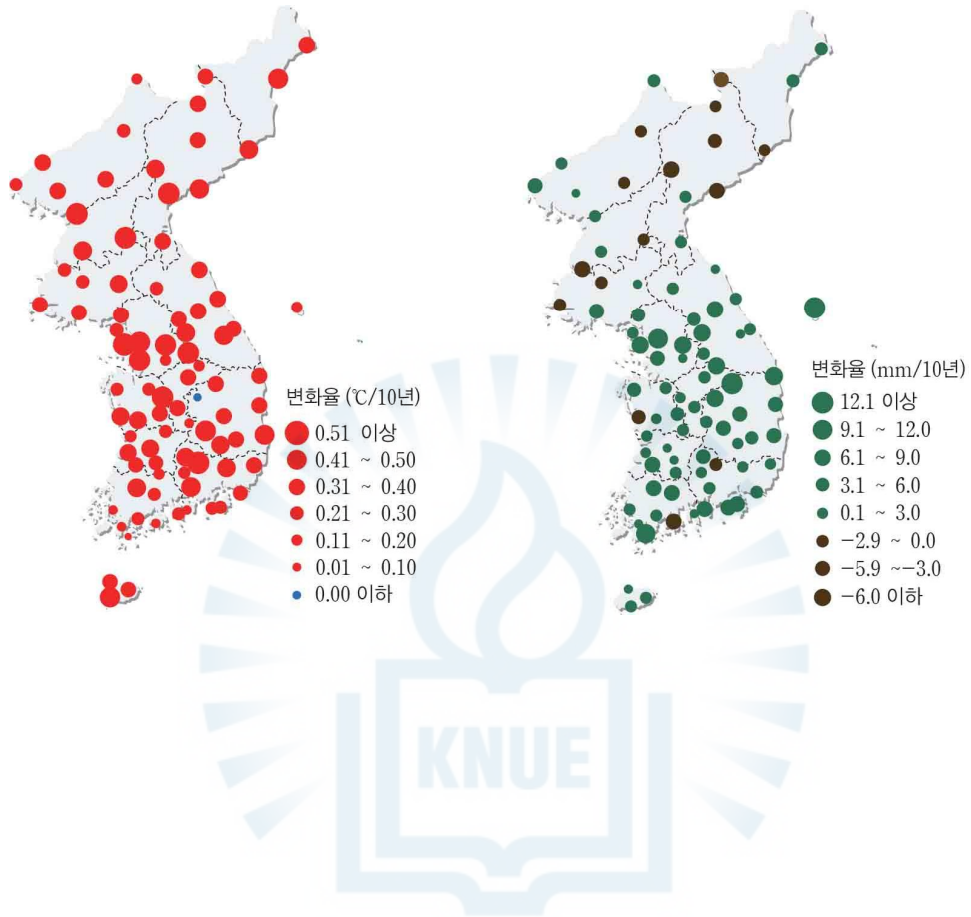


(다) 우리나라의 평균 열대야 일수
(출처: 기상청, 2015)



(라) 우리나라의 강수 일수와 호우 일수
(출처: 기상청, 2015)

[한반도의 30년 동안 기온 변화율과 30년 동안 강수량 변화율] 천재교과서 p132 탐구자료
이 기간에 전 지구 평균 기온은 $0.16^{\circ}\text{C}/10\text{년}$ 비율로 증가했음.



5차시 학생활동지

나도 기후 전문가

<생각열기>

1.5도라는 목표를 달성하려면, 온실가스 배출량은 2030년까지 2010년 수준에서 45퍼센트로 줄여야 하며, 2050년에는 순 제로에 도달해야 한다. 순 제로는 특정한 기간에 이산화탄소의 인위적 배출량이 인위적 흡수량과 균형을 이루는 것을 의미한다. 이를 위해 2050년까지 석탄 발전을 거의 중단해야 한다. 재생에너지가 1차 에너지 공급의 50~ 65퍼센트, 전기 사용량의 70~ 85퍼센트를 공급해야 한다. 그리고 산업계의 온실가스 배출량은 2050년에 2010년 수준의 75~ 90퍼센트 수준으로 낮추어야 한다. 이것은 석기시대가 돌이 모자라서 끝난 것이 아닌 것처럼, 화석연료가 있어도 쓰지 않는 새로운 시대로 가야 함을 의미한다. - <파란하늘 빨간지구> 128p

우리 모두의 주제 : _____

1. 내가 읽은 기사의 내용을 아래에 요약해 봅시다. (기후변화와 관련된 과학적인 내용이 들어가도록 그림, 기호 등을 사용하여 비주얼씽킹 형식으로 정리하면 좋습니다.)



내가 만든 질문:

- ◆ _____
- ◆ _____

2. 모듬토의 하기

1) 모듬에서 맡은 주제의 기사들에 나온 기후변화의 환경적, 사회적, 경제적 영향을 정리해 봅시다.

2) 기후변화를 해결하기 위한 과학적 적응·완화 방안을 토의하여 개인차원, 지역사회차원, 국가적 차원으로 생각해 봅시다.

(용어해설)

적응: 기후변화로 인한 새로운 환경에 적응하는 것

완화: 지구온난화로 인한 기후 변화를 막고 변화 속도를 늦추는 것

3. 다른 조의 발표 내용 들으며 정리하기

【기사 읽기자료】

주제1 [열대성 질환 증가]

기후변화로 인한 온열질환-심근경색증 발생 증가 연관성 확인

메디컬투데이 최완규 기자 입력일 : 2012-11-20 11:55:04

여름철 기온 31.2℃ 이상부터 온열질환자 급증, 1℃ 상승시 약 69% 환자 증가

[메디컬투데이 최완규 기자]

기후변화로 인한 온열질환, 비브리오패혈증, 심근경색증 발생 증가의 연관성이 확인됐다. 질병관리본부와 기후변화건강포럼은 20일 오후 2시 연세대 상남경영관에서 제4차 기후변화건강영향 종합학술포럼을 개최한다고 밝혔다.

최근 국내에서 기후변화가 건강에 미치는 영향을 분석한 30여 편 이상의 연구결과를 발표·공유함으로써 날로 심각해지는 기후변화 문제의 재인식과 함께, 민·관·학 전문가들이 모여 대책을 모색하는 계기를 만들고자 마련된 것.

학술포럼에서는 기후변화가 온열질환, 수인성질환 및 심뇌혈관계 질환 발생 등에 미치는 건강영향에 대한 4인의 연자 발표와 기후변화와 건강영향을 주제로 한 다양한 연구결과 포스터 발표가 진행됐다.

학술포럼에서 발표된 주요 연구결과를 보면, ‘2012년 여름철 온열질환자의 특성에 기온이 미치는 영향(조수남, 질병관리본부)’ 발표에서는 여름철 기온 31.2℃ 이상부터 온열질환자가 급증했고, 1℃ 상승 시 약 69% 환자가 증가했으며 지방(30.5℃)이 광역시(32.2℃)보다 더 낮은 기온부터 환자가 증가했다.

이어 ‘기상재해가 수인성 감염병 발생양상에 미치는 영향’(나원웅, 아주대) 발표에서는 2001년부터 2009년까지 발생한 기상재해로 수인성 감염병인 비브리오패혈증이 발생할 위험은 보통 때 보다 재해 후 둘째 주에 2.5배, 셋째 주에 2배 높았으며, 세균성이질은 재해 후 둘째 주에 3배까지 높아졌다.

‘기후가 심뇌혈관계 질환에 미치는 영향’(이은일, 고려대) 발표에서는 2005년부터 2010년까지 한국인 급성심근경색증 등록연구(KAMIR)자료 분석결과, 30℃가 넘는 온도에서 심근경색증 환자 응급실 내원수가 급격히 증가하는 양상을 보였고, 성별로는 남자가, 지역적으로는 남부지역에서 뚜렷한 증가 양상을 보였다.

아울러 이번 학술포럼에서는 2011년도에 이어 올해에도 미래 기후변화 건강분야 전문가 양성 지원을 목적으로 추진한 ‘대학·연구(원)생 대상 학술지원사업’에서 우수 논문 공모 당선자 및 학술 지원에 대한 시상도 함께 진행됐다.

앞으로도 질병관리본부와 기후변화건강포럼은 이러한 학술 행사를 통해 국내 기후변화와 건강영향에 대한 사회적 인식을 높이고 관련 최선연구 성과가 집약되는 다양한 학술

정보교류의 장을 제공하겠다고 밝혔다.
메디컬투데이 최완규 기자(xfilek99@mdtoday.co.kr)

주제2 [수산업에 미치는 영향]

말라가는 굴 서식지...인천 생산량 8년새 절반수준으로 급감

윤설아 기자

발행일 2019-05-16

작년 2821t... 2천t이하일때도
기후 등 해양변화 탓 '집단 폐사'
4월 연안꽃게도 1년새 60% 줄어
市, 인공서식지 조성 등 대책 마련

인천 지역의 굴 생산량이 8년 사이 절반 이상 줄어든 것으로 나타났다.

인천시는 굴이 대량 폐사하는 원인을 파악하고 인공 서식지를 조성하는 등 대책을 마련하기로 했다.

15일 인천시에 따르면 대표적인 굴 서식지인 용진군 덕적·

자월면, 강화군 서도면(아차도)의 굴 어획량은 지난 2011년 6천85t에서 지난해 2천821t으로 급감했다.

지난 2016년에는 1천753t, 2017년에는 1천305t 등으로 2천t 밑으로 떨어진 경우도 있었다.

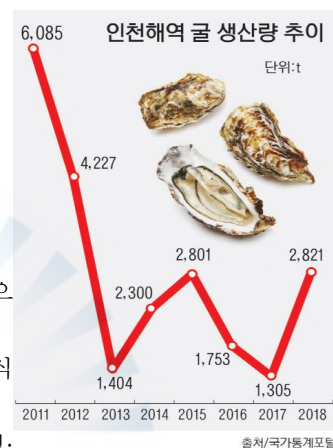
어민들은 최근 몇 년 사이 '집단 폐사'도 일어난다고 호소하고 있다. 굴의 산란기는 6~9월이며 굴은 돌에 붙어 서식하는데 겨울철 채취를 하러 바다에 나가면 굴이 폐사해 있거나 아예 돌에 붙어 있지 않은 경우가 많다는 게 어민들의 설명이다.

전문가들은 급격한 기후변화로 인한 해양환경 변화를 굴 어획량 감소 원인으로 지적하고 있다. 굴의 산란기에 기온이 계속 높아지고 있으며 겨울철 바다 온도가 급격히 떨어지는 등의 기후 변화가 생기면서 패류 서식에 악영향을 줬다는 분석이다.

국립수산물연구원 서해수산연구소가 2018년 용진군 자월면 해역과 2019년 강화 서도면 해역의 굴 폐사 원인을 조사한 결과 겨울철 낮은 수온과 여름철 높은 강수량이 굴의 생태계에 영향을 끼쳤다고 분석했다.

굴의 산란기인 6~9월 누적 강수량이 2018년 601.8mm이었는데 이는 2016년 376.9mm, 2017년 393.1mm에 비해 1.5배 이상이었다.

굴은 하루 평균 6~7시간 바깥에 노출되며 비바람, 눈, 강한 햇볕을 견디는 등 강한 생명력을 가지고 있는 패류 중 하나다. 그러나 최근 몇 년 사이 집단 폐사가 발생하면서



어민들이 대책 마련을 호소해왔다.

굴뿐만 아니다. 올 4월 인천 연안 꽃게 어획량은 202t으로 지난해 같은 달 504t 대비 60%가 감소하기도 했다.

서해수산연구소 관계자는 "굴뿐만 아니라 패류를 비롯한 어족 자원이 전체적으로 줄어들고 있는 것에 대해 면밀한 조사가 필요하다"며 "기후변화로 인한 생태계가 변화하고 있는 것으로 추정하고 있지만 정확한 원인 파악을 위해 추가적 연구를 해 나갈 계획"이라고 말했다.

한편 인천시는 굴 어획량 확대를 위해 자연석을 까는 등 인공서식지를 조성하고, 올해 10개 어종에 대한 수산 종자 매입·방류사업을 지속할 계획이다.

또한 내년까지 인천시 수산자원연구소 내에 친환경 첨단 갑각류 연구센터를 건립해 꽃게에 대한 전문적 연구를 할 계획이다.

/윤설아기자 say@kyeongin.com

주제3 [농업에 미치는 영향]

“10년 후 지구촌 5명 중 1명 밥 굶는다”

美 세계생태기금 보고서

입력 : '18-01-01 09:00 (서울신문)

인구 대폭발과 기후변화가 동시에 진행되면서 10년 안에 지구촌이 식량고갈의 블랙홀로 빠져들 것이라는 전망이 나왔다. 지금은 전 세계 인구 7명당 1명꼴로 굶주리지만 2020년에는 5명당 1명꼴로 밥을 굶게 된다는 분석이다. 미국 비정부기구인 세계생태기금(FEU)이 유엔의 2007년 제4차 기후변화에 관한 정부간 협의체(IPCC) 보고서를 토대로 분석한 ‘식량 격차: 기후변화가 식량 생산에 미치는 영향’ 보고서에 따르면 2020년 전 세계 인구는 8억 9000만명이 더 늘어나 총 78억명에 이를 것으로 추산된다.

2020년 지구의 기온은 섭씨 2.4도 더 올라가게 된다. 이로 인해 강우량 등 날씨가 변화하면서 밀과 쌀, 옥수수 등 주요 곡물 공급이 부족해지고 식품 가격도 20% 이상 오를 전망이다.

이미 지난해 국제 원자재 시장에서 옥수수는 52%, 소맥은 47%, 대두는 34% 정도 가격이 올랐다. 이에 더해 올해에는 지난해 풀린 대규모 유동성으로 인플레이션 위험이 큰 상황이다. 곡물가의 오름폭이 더 가파를 것으로 보인다.

가격 상승의 주된 원인은 주요 4대 작물의 공급이 수요를 따라가지 못하기 때문이다. 밀은 수요에 비해 공급이 14%, 쌀은 11%, 옥수수는 9% 부족할 것으로 예상된다.

식량부족은 특히 신생아들에게 직접적인 위협으로 작용한다. 보고서는 “아프리카의 신생아 전체와 아시아 신생아의 4분의1, 남미와 카리브해 연안 국가의 신생아 7분의1이 영양실조에 처할 것”이라고 경고했다.

문제는 기후변화에 따른 식량 공급도 ‘부익부 빈익빈’으로 지역별 격차가 크다는 것이다. 아프리카는 극심한 사막화로 2025년까지 경작지의 3분의2가 소실될 것으로 보인다. 아프리카인들의 주식인 옥수수 생산이 일부 지역에서는 완전히 끊기게 된다.

전 세계 두번째 밀·쌀 생산국인 인도는 30%가량의 생산량 감소를 겪을 전망이다. 지중해 국가인 이탈리아, 스페인, 프랑스 등은 올리브, 포도 수확량 감소로 연간 39억 달러에 이르는 와인산업에 타격을 받게 된다.

반면 미국과 중국, 북유럽 일부는 기후변화로 작황이 더 풍부해지는 혜택을 보게 된다. 미국은 5~20%, 북유럽은 밀 생산량이 3~4% 증가할 것으로 예상된다.

세계 최대의 쌀·밀 생산국인 중국은 20% 가까이 수확량이 늘 것으로 보고서는 추정했다. 세계 6번째 커피 생산국인 에티오피아는 아프리카 대륙에서는 유일하게 커피 생산량이 급증할 전망이다.

주요 농작물의 공급 부족으로 식습관의 변화도 불가피하게 됐다. 곡물과 동물성 단백질을 섭취를 줄이고 감자나 콩 소비를 늘리는 식이다.

보고서는 “각국이 온실가스 배출량 감축에 노력하는 게 급선무”라고 촉구했다.

주제4 [생태계파괴]

기후변화가 가져온 '생태계 붕괴' 위험이 현실로

파이낸셜뉴스 입력 : 2019.07.26 07:01 수정 : 2019.07.26 07:01

과학자들은 그동안 기후 변화가 가져오는 악영향에 대해 수없이 경고했다. 지구의 기온이 상승해 남극과 북극의 빙하가 줄어들고 해수면이 상승해 인간이 살 수 있는 땅이 줄어들 것이라고 했다. 또 기온이 올라가면서 사막화가 되어가는 지역이 늘어나 식물들이 살아갈 수 없다고도 했다.

이외에도 지구온난화가 가져올 암울한 미래는 상식으로도 많이 알고 있다. 그중 하나, 기후 변화의 결과물로 평균 기온이 상승해 식물과 동물들이 서로 어우러져 지내는 생태계가 붕괴될 수 있다는 지적이다.

지구 온난화는 유럽의 벌들과 할미꽃의 경우처럼 곤충과 꽃의 상호작용을 방해할 수 있다.

독일 뷔르츠부르크 대학의 과학자들이 25일 이를 증명하는 새로운 연구결과를 학술지 '플로스 원'을 통해 발표했다.

기온 상승에 민감한 할미꽃이 매년 점차적으로 일찍 개화해 주요 꽃가루 매개체 중 하나인 벌들이 보조를 맞추지 못한다는 것이다.

최악의 경우, 이 불균형이 식물 종자 생산을 감소시키고 동물의 번식을 저해하는 동시에 인간에게 식량 공급 부족현상을 가져 올 수 있다.

뷔르츠부르크 대학교 동물생태학 및 열대생물학과의 안드레아 홀츠슈 박사과 박사과정 학생인 산드라 케르베르거가 이 연구를 담당했다.

산드라 케르베르거는 "봄에 군집생활을 하지 않는 두 종의 단독 벌에 대한 온도의 영향과 가장 빨리 피는 꽃식물 중 하나인 할미꽃에 대한 영향을 연구했다"고 설명했다. 연구진들은 특히 겨울과 봄의 온도가 이 유럽 과수원벌(*Osmia cornuta*)과 붉은 석조벌(*Osmia bicornis*)의 부화시기와 할미꽃의 꽃 개화시기에 어떤 영향을 미치는지에 집중했다.

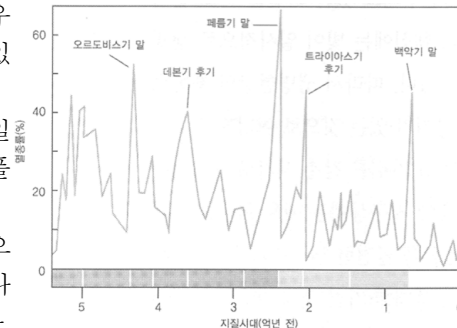
벌이 부화하고 식물이 꽃피는 두 시기가 일치해야 한다. 안드레아 홀츠슈 박사는 "특히 군집생활을 하지 않는 벌의 경우 부화하기도 전에 꽃가루와 꿀을 제공하는 식물의 꽃이 일찍 개화해 벌의 생존과 번식에 부정적 결과를 초래할 수 있다"고 설명했다. 산드라 케르베르거가 "식물도 꽃을 피운 뒤 수분을 도와줄 벌이 없다면 식물의 생식에도 악영향을 가져 올 수 있다"고 덧붙였다.

이들은 연구를 위해 뷔르츠부르크 지역의 11개 초원 지역에 벌 집을 설치했다. 7개의 초원에서 할미꽃의 개화 시작에 대한 온도의 영향을 추가로 연구했다. 케르베르거는 "각 초원의 표면 온도가 다르기 때문에 할미꽃의 개화 시작과 벌의 부화에 대한 온도의 영향을 조사할 수 있었다"고 말했다.

연구결과 기온이 높아지면서 할미꽃이 일찍 피기 시작했다. 그리고 두 종의 벌은 뒤늦게 나왔다. 이는 적절한 꽃가루 매개체가 없는 상태에서 할미꽃의 첫 꽃이 피어났다. 결과적으로, 벌의 생존가능성이 줄어들고 할미꽃은 수분이 잘 이뤄지지 않아 개체수가 줄어들어 장기적으로 종 멸종에 이르게 할 수도 있다. 따라서 기후 변화는 할미꽃에 또 다른 위협을 내포하고 있다. 이러한 시간적 불일치가 꿀과 꽃가루를 감소시키기 때문에 벌들도 위험에 빠뜨릴 수 있다.

이 연구는 기후변화가 식물의 서식지 감소와 벌의 생존을 위협한다는 것을 보여준다.

1회용 컵 대신 텀블러나 머그컵을 사용하는 것도 우리가 기후변화에 대응하는 하나의 방법이다.



주제5 [작물 재배 변화]

현장에서/ 미래의 먹거리, 아열대 작물이 뜬다.

동양일보 | □승인 2019.09.03 20:41

박의광 농업연구사 충청북도농업기술원 원예연구과

[동양일보] 지난해 여름은 재난 단계에 이를 정도로 폭염피해가 매우 혹독했던 것으로 기억된다. 여기 저기 고사하는 작물을 보며 한숨을 짓는 농업인들의 모습이 아직도 눈에 선하다.

최근 기후는 빠르게 변화되고 있다. 제주도는 이미 아열대기후대로 편입되었고, 한반도 남부지역에서 중북지역으로 아열대기후대가 확장되고 있다고 한다. 최근 발표된 중북지역 기후변화 예측에 의하면 최악의 경우, 21세기 후반기 연평균 기온은 현재 대비 3.9℃ 상승하여 청주시, 보은군, 옥천군이 아열대 기후대에 속할 것으로 예측된다고 한다. 또한, 극한기온지수도 변화되어 폭염일수는 증평균이 63.1일, 열대야 일수는 청주시가 38.3일, 여름 일수는 진천군이 171.5일로 예측하고 있으므로 이에 대한 대비를 지금부터 시작해야 할 것이다.

지금온 기후변화에 대한 위험성을 피부로 느끼지 못하지만, 향후 30년 후에는 중북지역 농작물 재배지도가 상당히 바뀔 것으로 보는 이들이 많다. 기온이 상승되면 더 이상 충주 사과의 옛 명성은 찾기 힘들 수도 있다. 한편, 여기저기서 새로운 아열대작물로 고소득을 올리는 부농도 생겨날 것이다. 현재 중북지역에서는 아열대채소인 삼채(뿌리부추)로 해마다 10억원 정도의 매출을 올리는 젊은 부농이 탄생했다. 또한 차요테는 식감이 좋고 영양성분이 많아 새로운 소득작물로 가능성이 높아 재배농가도 꾸준히 증가되고 있다.

이뿐만 아니라 중북지역 노지 및 무가온하우스에서 경제적으로 재배 가능한 아열대작물을 선발하는 예비시험 결과, 카사바, 루바브, 공심채, 인디언시금치, 오크라 등이 가능성이 높을 것으로 내다보고 있다.

이처럼 아열대작물을 활용한 소득화 전략의 미래는 밝다고 할 수 있지만 해결해야 할 과제도 많다. 중북지역의 기후변화 빅데이터를 바탕으로 적절한 아열대작목 선정이 선행되어야 하며, 아열대작물에 적합한 시설하우스 개발, 적합한 재배기술에 대한 연구가 선행되어야 한다.

도 농업기술원은 금년 내에 아열대작물을 전문적으로 연구할 수 있는 ‘아열대작물 존(zone)’을 조성할 계획이다. 전시포를 활용해 농업인들이 아열대작물을 쉽게 이해하고 올바른 재배기술을 습득하여 새로운 소득 작물로 자리 잡을 수 있도록 노력하고 있다.

지금은 기후변화에 대비해 새로운 아열대작물에 관심을 갖고 소득원 개발에 투자해야 할 어느 때보다 중요한 시기임에 틀림없다.

주제6 [해수면 상승]

피지·키리바시·투발루 등 남태평양 섬나라들 “우리 국민들 좀 살려주세요”

해수면 상승으로 잠길 위기... 선진국들에 ‘기후난민’ 처지 자국민들 이민 허용·경제지원 촉구

2015-10-15 (국민일보)

지구온난화에 따른 해수면 상승으로 바닷물에 잠길 위기에 처한 남태평양 연안의 섬나라들이 급기야 지구온난화의 주된 원인인 온실가스 배출 책임이 있는 선진국들에 절박한 호소를 하고 나섰다.

13일(현지시간) 영국 일간 가디언에 따르면 피지, 키리바시, 투발루, 토켈라우 등 섬나라 정상들은 이날 키리바시에서 모여 합동성명을 내고 선진국들의 경제적 지원과 해수면 상승으로 터전을 잃은 자국민들이 이민해서 일자리를 구할 수 있게 지원해줄 것을 촉구했다. 이들은 성명에서 “우리의 중대한 존립 위기인 기후변화 문제에 대한 국제사회의 싸늘한 반응에 매우 유감”이라며 “(지구온난화에 책임 있는) 선진국들이 우리 국민들이 품위 있게 이주할 수 있도록 지원해줘야 한다”고 강조했다.

이들이 이렇게 나선 것은 해수면 상승으로 태풍과 홍수가 겹치면서 삶의 터전을 잃는 주민들이 많은 데도 이와 관련된 논의 자체가 제대로 이뤄지지 않고 있기 때문이다. 2009년 12월 덴마크 코펜하겐에서 열린 기후변화 당사국 총회에서 개발도상국의 기후변화 대응을 돕기 위해 2020년까지 매년 1000억 달러(114조4000억원)가 지원되는 녹색기후기금(GCF)을 마련키로 했지만 세부 사항에 관한 논의는 오는 12월 프랑스 파리에서 열리는 총회에서 이뤄질 전망이다.

이 총회를 앞두고 이달 초 미국 뉴욕에서 열린 유엔총회에서 남태평양 국가 정상들은 기후변화로 인한 이주민 대책을 논의하는 협의체를 구성할 것을 촉구했지만 호주가 협의체 구성을 반대하면서 난항을 겪고 있다. 남태평양 국가 출신들의 무분별한 난민 유입을 원치 않는다는 명분에서다.

해마다 해수면이 1.2cm씩 상승하는 키리바시의 아노테 통 대통령 등 이들 정상은 “호주는 이기적인 나라”라고 맹비난했다. 키리바시는 지구촌 평균보다 해수면 상승 속도가 4배나 빠르며 2050년이면 해저에 잠길 것으로 전망 된다.

1951년 제정된 ‘유엔 난민 지위에 관한 협약’에서는 정치적·종교적 박해를 받은 이들만 난민으로 인정하고 있지만 기후변화로 인해 삶의 터전을 잃은 ‘기후난민’들의 존재 역시 무시할 수 없다는 목소리가 높다. 유엔 정부 간 기후변화협의회(IPCC)가 2013년 내놓은

보고서에서 기후변화로 인한 해수면 상승은 남태평양 섬나라나 저지대 국가들에 심각한 홍수와 침식 피해를 초래할 것이며, 2050년이면 해수면 상승으로 인해 삶의 터전을 잃는 기후난민들이 전 세계적으로 2억 5000만명에 달할 것으로 추산했다.

피사의 사탑 잠길라...해수면 상승으로 세계문화유산 침수 위기

등록 :2018-10-17 11:36 수정 :2018-10-17 11:50

지중해 세계문화유산 49곳 가운데 47곳 '100년 홍수'나 지반침식 피해 위험 처해

지구온난화로 인한 해수면 상승으로 이탈리아 피사의 사탑, 베네치아 시가를 비롯한 수십 곳의 세계문화유산이 이번 세기 안에 침수 또는 손상될 위기에 처해 있다는 연구 결과가 나왔다.

독일 쾰른 대학교의 레나 라이만(Lena Reimann) 연구원을 비롯한 연구진은 지중해 연안에 몰려 있는 유네스코(UNESCO) 세계문화유산 49곳이 해수면 상승으로 받을 영향에 대해 조사한 결과 2곳을 뺀 전부가 위험에 처한 것으로 나타났다고 17일(미국 현지시각) 과학저널 <네이처 커뮤니케이션스>를 통해 밝혔다. 지중해 주변 분지는 세계문화유산이 가장 많이 집중된 지역 가운데 하나다.

연구진은 현재 추세의 해수면 상승에 대한 시뮬레이션 모델을 통해 이 지역 홍수와 해안침식 가능성에 대한 표(인덱스)를 개발했다. 그 결과 전체 49곳 가운데 37곳이 '100년 만의 홍수'(1%의 확률로 발생할 수 있는 심각한 홍수)에 침수될 가능성이 있는 것으로 분석됐다. 또 42곳은 연안 지역 땅이 침식되면서 손상될 위험이 있는 것으로 나타났다. 해수면 상승으로 2100년까지 홍수 위험은 50%, 침식 위험은 13% 증가하며 이런 피해로부터 안전한 곳은 튀니스의 메디나(Medina)와 터키의 크산토스-레톤(Xanthos-Letoon) 두 곳에 불과했다.

가장 큰 위험을 받는 곳은 레바논의 티레(Tyre), 스페인의 타라고나(Tarraco), 터키 에페소스(Ephesus) 등으로 나타났다. 피해 대상 유산에는 이탈리아 아퀼레이아 지역의 바실리카 유적, 로도스 섬의 중세 도시, 페레라의 르네상스 유적 등이 포함됐다.

연구진은 이 유산들이 심각한 위험에 처해 있지만 다른 곳으로 옮기는 것은 “그 놀라운 가치”를 훼손할 수 있다고 지적했다. 따라서 이런 위험을 널리 알려 “현재의 기후 변화 추세를 억제하기 위한 경각심과 빠른 대응책 도입 필요를 높이는 것”이 필요하다고 제안했다.

권오성 기자 sage5th@hani.co.kr

주제7 [폭염 일수 증가]

한파 줄고, 폭염 늘었다...점점 뜨거워지는 지구촌

최종수정 2019.09.03 16:30 기사입력 2019.09.03 16:30

[아시아경제 김종화 기자]올여름도 폭염으로 한바탕 홍역을 치렀던 유럽의 폭염 일수는 앞으로 점점 더 늘어나고, 한파는 오히려 줄어들 것으로 전망됐습니다.

스위스 취리히공대 연구팀은 최근 기후변화가 유럽의 폭염 일수를 증가시키고 한파 일수는 감소시키면서 향후 수십년 동안 유럽에 거주하는 이들의 건강을 위협할 것이라는 내용의 논문을 국제학술지에 발표했습니다.

연구팀은 1950년부터 2018년 사이의 유럽 내 기상관측소 데이터를 분석했는데 1950년 이후 폭염 일수는 3배가량 증가했지만 한파 일수는 크게 줄어든 것으로 나타났습니다. 여름은 더 무더워지고, 겨울은 점점 따뜻해진다는 의미입니다.

폭염을 기록한 날의 최고기온은 평균 2.3℃ 가량 올라간 반면, 한파로 기록한 날의 기온은 평균 3.0℃ 가량 낮아졌습니다. 특히 중부유럽의 경우 다른 지역 평균보다 폭염으로 기록된 날의 평균기온이 1.0℃ 가량 더 높아져 앞으로 발생할 빈번한 폭염으로 에어컨 등 대비하지 못한 이들이 건강이 위협받을 수 있을 것이라고 밝혔습니다.

유럽의 일반 가정들은 과거 여름철 기온이 비교적 높지 않아 에어컨을 설치한 가정이 많지 않기 때문입니다. 유럽의 일부 지역은 기후변화 모델들이 예상한 것보다 더 빠른 속도로 온난화되면서 올여름 유럽의 최고기온은 46℃를 넘어 역대 최고치를 경신하기도 해 우려는 현실화 돼 가고 있습니다.

연구팀은 "유럽 내 기상관측소의 90% 이상이 기후가 온난화 돼 가고 있으며 기존 기후변화 모델보다 더 빨리 따뜻해지고 있다"면서 "네덜란드, 벨기에, 프랑스 등의 경우 기후변화 모델이 예측한 기온 상승 속도보다 2~3배 더 빠르게 상승하고 있다"고 설명했습니다.

연구팀은 "유럽의 여름과 겨울은 기후변화가 가속화로 앞으로 점점 더 더워질 것"이라면서 "이는 기온 상승에 대한 대비를 하지 못한 이들에게 폭염은 인체에 스트레스를 주고, 열사병이나 일사병을 일으킬 수 있다"고 우려했습니다.

김종화 기자 justin@asiae.co.kr

주제8 [수자원에 미치는 영향]

극한 가뭄 대응을 위한 스마트 물관리

등록 :2019-07-03 16:35수정 :2019-07-03 21:14

장석환 대전대 건설시스템공학과 교수

기후변화는 인간의 생활뿐만 아니라 전 생명체의 생존에 영향을 끼친다. 기후변화 관련 정부 간 패널(IPCC) 보고서에 따르면 인간의 활동에 의한 온실가스로 인해 기후 양극화는 가속된다고 한다. 기후변화는 해양과 육지에서 더 많은 수증기의 이동 및 분포를 왜곡시켜 홍수와 가뭄의 규모를 증가시킨다. 2017년 미국 휴스턴에서는 허리케인 ‘하비’에 의해 우리나라 연 강수량에 맞먹는 1200mm 폭우로 엄청난 피해를 입었고, 지난해 3월에는 백년 만의 가뭄으로 인해 남아프리카공화국의 케이프타운에서는 ‘물 없는 날’(Day Zero)을 겪기도 했다. 포츠담 기후영향 연구소 레만 박사는 기후변화 시나리오는 홍수와 가뭄을 동시에 유발한다고 주장한다.

500여 년 조선의 역사를 기록한 조선왕조실록에 ‘가뭄’이라는 단어는 약 1만2800회 등장한다. 최근 우리는 2014년부터 2017년까지 유례없이 극심한 가뭄을 경험했다. 이로 인해 2015년에 충남지역 8개 시·군은 사실상 제한급수에 가까운 용수 부족을 경험해야 했고, 2017년에는 대구·경산 등 남부지역 많은 시민이 어려움을 겪었다. 정부는 금강과 보령댐, 금호강과 운문댐을 연계하는 사업을 조기 착수해 피해를 최소화할 수 있었지만 자칫 국가적 위기로 확대될 수 있었다.

길었던 가뭄은 지난해 평년 수준의 비가 내리면서 현재 전국 대부분의 지역에서 해소됐다. 그러나 국가 가뭄관리 측면에서는 지금부터 기후변화 대비 가뭄관리를 준비해야 한다. 지난 5월 환경부와 수자원 공사 주관 ‘2019 국제 가뭄포럼’은 각 나라의 사례와 극복 방안에 대한 좋은 교훈이 됐다. 기후변화에 따른 미래 극한 가뭄을 예방하는 방안으로 각국 가뭄 전문가와 국제기구들이 참석해 경험과 극복 방안을 공유하고 새로운 정책과 기술을 소개했다. 그중 오스트레일리아는 2001년부터 약 10년간 장기 가뭄으로 용수 공급 제한, 농업 생산량 감소 등 엄청난 피해를 경험한 바 있는데, 최근 들어 다시 극심한 가뭄이 발생해 용수 부족, 산불, 수질 문제 등의 심각한 영향을 경고했다.

기후변화에 따른 각 나라의 점차 심화 되는 가뭄으로부터 안전한 국가를 만들기 위해 우리도 단발성 대책이 아닌 지속적인 가뭄 정책을 추진해야 한다. 이를 위해 몇 가지를 제안하고자 한다.

첫째, 가뭄에 따른 사회·환경적 변화를 예측할 수 있는 기술을 개발하고 정보화해 가뭄 정보를 민간에 개방하는 것이 필요하다. 둘째, 기후변화에 따라 국지적으로 강수량의 편

차가 증가하므로 유역 간 연계, 수계 간 연결 등 물 공급 네트워크를 효율성 있게 구축해야 한다. 즉, 가뭄에 유연하게 대처할 수 있도록 스마트워터그리드 시스템을 만들어야 한다. 셋째, 수원의 다변화를 위해 빗물, 하수 등 물의 재이용을 활성화하는 노력이 요구된다. 또한 물복지 차원에서 도서·산간지역 취약계층에 대한 상수원 확대 보급도 필요하다. 마지막으로, 공급의 한계성을 극복하기 위해 수요 관리 차원으로 국민들이 기후변화와 가뭄의 심각성을 인지하고 물을 절약하는 습관을 가질 수 있도록 교육을 해야 한다. 기후변화로 인한 극심한 가뭄과 장기 가뭄 등의 회복력과 탄력성을 키우지 않으면 오스트레일리아나 남아공의 사례와 같은 ‘메가(mega) 가뭄’의 위험이 닥칠 수 있다. 지금 비가 온다고, 댐과 저수지에 물이 차 있다고 해서 절대 안심할 수 없다는 교훈을 잊지 말아야 한다.



학생활동지 6차시

2019 비정상 회담, 제 ○차 UN 기후변화회의
2학년 ()반 ()번 이름 ()

[개별활동]

1. 기사를 읽고 기사에 나타나 있는 각국의 입장을 간단히 정리해 보자.

[모둠 토론]

2. '개발도상국과 후진국도 파리 기후협정에 의무적으로 참여해야 하는가'에 대한 논쟁을 해보자.

찬성 측 근거와 반대 측 근거를 두 가지 이상씩 써보자.

찬성 측 근거	반대 측 근거

[논쟁 후 의사결정]

3. 기후변화 협약에 여러분 각자가 '세계시민회의'에 우리나라의 대표로서 '기후변화'와 '기후 변화 협상'에 대한 입장을 발표하게 되었다. 먼저 '기후변화'와 관련된 과학적, 경제적-정치적 사항 등을 고려한 후 '개발도상국의 기후변화 협약 참여'에 대한 찬성, 중립 혹은 반대에 대한 우리 모둠의 입장과 나의 입장을 서술해 보자.

【읽기자료1】 《모의 UN기후변화 회의》

이곳은 카타르 도하, 유엔 기후변화협약 회의가 열리고 있는 곳입니다. 기후변화에 대한 유일한 국제 합의서인 교토의정서가 명맥을 유지하느냐를 결정하는 국제회의이지요. 그런데 어째 회의장 안팎 분위기가 썰렁하네요. 각국 대표들은 발을 빼겠다는 속내를 드러내자니 손가락질 받기 십상이고, 문제 해결을 하겠다고 나서자니 나라 안의 산업계 반발이 거세서 몇 해째 눈치를 보고있는 중입니다. 그러다 보니, 유엔이 기후변화 문제를 해결할 거라는 기대감은 갈수록 줄어들고 있어요. 회의에 참가한 각국 대표들이 어떤 이야기를 하는지, 그리고 그 속내는 무엇지 들여다볼까요?

의장 : 아시다시피 올해로 교토의정서 적용 기간이 끝납니다. 진작부터 2차 교토의정서를 마련하기 위해 머리를 맞대었지만 결국 여기까지 왔습니다. 이번 회의에서는 반드시 합의를 봅시다. *(완전 썰렁하네. 이제까지 회의가 얼마나 지지부진했으면 이럴까? 취재진 수도 짝 줄었네 그려. 쫓쫓……)*

EU: 개발도상국 중에서도 1990년대 이후 눈부시게 경제가 성장해서 부를 축적한 나라들이 있습니다. 그 나라들은 그동안 개발도상국이라는 이유로 의무 감축국에 들지 않았지만 2차 교토의정서에는 반드시 들어와야 합니다. 전 세계가 기후변화로 몸살을 앓는 마당에 이 나라들은 경제 발전을 위해 공장의 탄소 배출을 늘려왔어요. *(중국, 인도, 한국 바로 니들 말이야. 다른 나라에서 줄이면 뭐해. 재네가 엄청나게 태워대는데 ... 우리 산업구조는 이미 3차 서비스업 중심으로 바뀌어서 온실가스 줄이는 데 자신 있다고.)*

중국: 중국이 현재 탄소 배출량 1위를 차지한다는 것은 인정합니다. 그렇지만 1차 교토의정서 감축 의무국에 들면서도 자기 나라 산업을 보호한다는 이유로 교토의정서를 탈퇴한 미국부터 확실한 감축 목표를 내놓아야 합니다. 선진국들은 이상기후 때문에 피해를 겪는 나라들을 지원하고 개발도상국이 탄소 배출을 줄일 수 있도록 경제원조를 늘려야 합니다. *(지구온난화의 원죄를 진 선진국들이 먼저 돈주머니를 풀어야지. 우리 갈 길이 멀다고. 미국을 압박하려면 개발도상국들은 나를 밀어주면 돼. 수틀리면 회의고 뭐고 다 옆에 버릴거야.)*

인도네시아 : 맞습니다. 실제로 우리는 노르웨이가 지원해준 덕분에 원시림을 개간하지 않고 보존하고 있어요. 하지만 선진국의 지원금이 끊기면 다시 개간 사업에 손을 댈 수밖에 없습니다. *(이렇게 우는소리를 해야 돈줄이 안 끊기지. ㅎㅎ.)*

미국 : 미국은 세계의 리더로 기후변화에 책임있는 모습을 보여주는 나라가 될 것입니다. 음……, 앞으로 기후가 변화하는 것에 제동을 걸기 위해 지원과 노력을 아끼지 않을

것을 약속합니다. (이쯤에서 박수가 나와야 하는데... 엘 고어도 노벨상을 받았는데 나도 뭔가 업적을 남겨야지.) 단, 그전에 조건이 하나 있습니다. 2차 교토의정서에 중국과 인도도 같이 가입해야 합니다! 경제 성장 규모에 비례해서 확실한 감축 목표를 내야 합니다. (우리 산업은 온실가스 의존도가 너무 높은 구조야. 이 자리에서 덜컥 줄인다고 구체적으로 약속했다간 다음에 백악관 입성은 꿈도 못 꿀거야. 중국을 끌어들이는 물귀신 작전!)

베네수엘라 : 기후변화에 대한 책임을 모든 나라가 똑같이 나눠 가질 수는 없습니다. 사실 선진국들의 산업화 때문에 기후변화 문제가 생긴 거 아닙니까? 게다가 교토의정서가 선진국을 중심으로 온실가스 감축 목표치를 이끌어 낸 것은 의미가 있었지만, 남은 온실가스 배출권을 다른 나라나 기업에 팔 수 있게 한 건 지구의 다급한 환경문제를 시장경제에 떠넘긴 거예요. 기후변화를 협상할 새로운 체제가 필요합니다! (유엔이 한 일이 뭐야? 맨날 미국이랑 중국 입김에 놀아나기만 하잖아. 더 이상 못 믿겠어. 근데 말이야, 중국이 개발도상국이야, 선진국이야? 왜 개발도상국 행세를 하면서 빠져나가지? 기분 나쁘네.)

투발루 : 기후변화 협상에만 기대다가는 태평양 섬나라들이 다 잠기겠어요. 각 나라 이익을 저울질하는 건 그만두고, 기후변화를 막을 수 있는 정말 실질적인 방안을 의논하면 안되겠소? 우리에게도 당장 생존이 걸린 문제란 말이오. (니들이 우리 처지가 돼봐. 우리는 석유 한 방울 안 쓰면서 살았다고. 그런데 왜 우리가 우리 땅을 버리고 떠나야 되는 난 말이야.)

한국: 우리나라는 짧은 시간 안에 개발도상국과 선진국을 모두 경험한 나라입니다. 지금은 개발도상국으로 분류되어 감축 의무는 없지만, 우리 스스로 감축 목표를 세우고 또 유엔 녹색기후기금 집행 기구를 유치해 개발도상국과 선진국 사이를 잇는 다리 구실을 하겠습니다. 당연히 녹색 기후기금도 가장 먼저 통 크게 내는 모범을 보이겠습니다. (선진국으로 의무 감축국이 되는 건 피하면서도 생색은 내야지. 이런 게 국제 무대에서 한국의 위상을 높이는 비즈니스 외교라는 거거든. 대책은 마련했냐고? 우리는 명령만 내리면 되는 구조라는 거 몰라? 하라면 하는 거지. 체질 개선, 기술 투자 없이 되겠냐고? 뭐 그때는 그때고. 다음 정권으로 공을 넘기면 땡이지 뭐.)

일본 : 아시다시피 우리는 엄청난 쓰나미 피해를 입고 원전 가동률이 떨어져서, 지금은 화석연료를 많이 쓸 수밖에 없는 상황입니다. 그래서어쩔 수 없이 2차 교토 의정서는 탈퇴하겠습니다. (일단 우리가 살고 봐야지. 근데 한국은 뭐냐? 왜 이렇게 잘난 체해? 재수 없게. 그래도 자존심이 밥 먹여주나. 뭐.)

러시아: 이거 뭐 하자는 소리요? 네 번째로 탄소를 많이 배출하는 나라가 탈퇴하다니!

그럼 우리도 2차 교토의정서에서 탈퇴하겠소. (앗싸, 우리도 명분이 생겼어. 1차 교토의정서 때는 다른 나라 눈치를 보느라 뒤늦게 참여했지만, 이번에 일본이 빠질 때 얼른 같이 빠져나가야지.)

의장: 자자, 흥분들 가라앉히세요. 잠시 쉬었다 하겠습니다. (휴우~ 쉽다고 별 수 있겠어? 2차 교토의정서를 협약한다는 데까지만 합의를 보고, 자세한 결정은 다음번 회의로 미뤄버려야겠어.)

회의장 밖이 소란하네요. 세계 곳곳에서 모인 시위대들은 ‘기후가 아니라 체제를 바꾸자’는 피켓을 들고 행진하고 있습니다. 단순히 몇 가지 정책을 마련하는 것이 중요한 것이 아니라, 사회 전체가 변해야 한다는 구호를 외치면서요. 한편, 다른 쪽에는 기후변화 회의론자들이 모여 있네요. 이들은 기후변화를 주장하는 과학자들이 출처가 정확하지 않은 것을 인용하거나 사실을 과장하고 왜곡하고 있다고 비판하면서 ‘당장 행동에 나서는 건 좀 성급하지 않을까?’라는 제목의 전단지를 뿌리고 있습니다.

출처: 《과학, 리플레이》 ‘Chapter 6. 지구가 정말 더워지고 있는 거야?’ P.140-144

【읽기자료2】

세계 주요 국가 이산화탄소 배출량 변화 및 국가별 비중

국가	1990	2009	2009비중	1990대비
중국	22.4	68.8	23.7%	206.5%
미국	48.7	52.0	17.9%	6.7%
인도	5.8	15.9	5.5%	172.3%
일본	10.6	10.9	3.8%	2.7%
한국	2.3	5.2	1.8%	124.8%
전세계	209.7	290.0		38.3%

(단위: CO₂억톤)

【기사 읽기자료】

기사1

[환경 탐구] 느릿느릿한 기후변화 대응

이민호 경희대 환경공학과 산학교수

2019-10-07 17:48 | 수정 : 2019-10-07 17:57

기후변화를 둘러싼 논의 중 ‘기든스의 역설’(Giddens’s paradox)이 있다. 기후변화의 위험은 일상생활에서 심각하게 감지하기 어려워 그저 방관한다. 결국 무시무시한 위기가 눈앞에 닥쳤을 때는 이미 어찌할 바를 모르게 된다는 것이다. 뜨거워지는 냄비 속의 개구리 이야기와 상통한다. 기든스의 역설과 대다수 사람이 가진 ‘현재 중시 편향’을 합친 눈으로 보면 현세대가 기후변화 대응에 적극적이지 않아 보이는 이유가 설명된다.

1992년 브라질 리우데자네이루에서 기후변화협약이 채택되고 27년이 지났다. 협약 당사국회의가 개최되는 매년 12월이면 각국 정부와 국제기구, 산업계의 휘황한 공약이 발표된다. 기후변화 기사도 넘쳐난다. 그러나 그때만 넘어가면 사람들의 관심은 흐릿해지고 다시 일 년이 흐르는 일이 도돌이표처럼 반복된다.

느릿한 대응 속에 온실가스량은 기록적으로 증가하고 있다. 지난달 개최된 ‘유엔 기후행동 정상회의’에 앞서 세계기상기구·유엔환경계획·기후변화 정부간패널(IPCC)이 공동보고서(‘United in Science’)를 발표했다. 보고서에 따르면 지난해 대기 중 이산화탄소 농도가 407.8ppm에 달했다. 지난 300만~500만년 이래 가장 높은 수준이다. 증가율도 지난 30년간 꾸준히 확대됐다. 올해는 410ppm을 넘길 가능성이 크다. 기온이 산업화 이전 대비 이미 1.1도 상승했고 최근 5년이 기상관측 이후 가장 뜨거웠던 해인 것이 당연해 보인다.

각국이 추진 중인 온실가스 정책으로 국제사회 목표인 2100년까지 1.5도 내 억제 불가능하다. 2.9~3.4도까지 상승한다는 암울한 전망이 공동보고서에 담겨 있다. “수천억t의 이산화탄소를 제거할 임무를 우리 자녀 세대들에게 떠넘긴 것”이라고 스웨덴 소녀 그레타 툰베리가 유엔에서 절규해도 현세대는 딱히 대답할 말이 없다.

IPCC는 1.5도 억제가 불가능하지 않다고 본다. 단, 각국의 온실가스 감축 노력이 5배쯤 강화되는 것을 전제로 한다. 실현 가능할까 의구심이 들 만큼 강하다. 2020년 파리협정 발효에 앞서 각국은 새로운 온실가스 감축계획(NDC)을 제출하고 있다. 소리만 요란한 공약이 아니라 작더라도 실천이 수반돼야 한다. 대열의 앞줄에서 한국의 이름을 발견할 수 있기를 기대한다. 2030년 배출전망치의 37%를 감축하는 국가목표를 차질 없이 이행하는 것이 첫걸음이다.

[출처: 서울신문]

기사2

기후협약 협력한다던 중국, 대규모 화력발전소 들통

입력 2019.09.29. 16:31 수정 2019.09.29. 19:10

중국 정부가 내이멍구(內蒙古)자치구에 최소 석탄화력발전소 3곳을 건설 중이거나 새롭게 가동하고 있다고 미국 CNN방송이 29일 보도했다. 2년 전 탄소 배출 저감을 위해 정부 차원에서 신규 화력발전소 건설 중단을 국제사회와 약속하고도 경제 논리에 밀려 석탄 발전에 미련을 거두지 못하고 있다는 지적이다.

CNN에 따르면 최근 내몽골 시린하오터(錫林浩特) 외곽의 한 대규모 화력발전소 단지 굴뚝에서 연기가 나고 발전소 공사가 진행 중인 장면이 위성사진에 포착됐다. 700메가와트(MW)의 전력을 공급하는 이 발전소는 2017년 1월 국가에너지국(NEA)이 직접 건설 중단을 지시한 곳이다. 역시 공사가 멈췄던 인근 발전소는 이미 7월 완공된 상태이며 1,000MW 용량의 다른 발전소도 내달 가동이 예정돼 있다고 방송은 전했다.

이달 발간된 '세계 에너지 통계 리뷰'를 보면 중국은 지난해 이산화탄소를 가장 많이 배출(94억2,870만톤)한 나라이다. 2위 미국(51억4,520만톤)의 두 배에 가깝다. 이런 이유로 2017년 시진핑(習近平) 중국 국가주석이 나서 빈곤퇴치 및 국가부채 절감과 함께 온실가스 배출 저감을 국가의 3가지 '주요 전투'로 꼽았을 정도. 성과도 있어 중국은 그해 전 세계 신재생에너지 투자의 절반을 담당했고, 도널드 트럼프 미국 대통령이 탈퇴한 파리 기후변화협약에 적극적인 협력 의지를 내비쳤다. 왕이(王毅) 중국 외교담당 국무위원은 지난주 유엔총회에서도 미국을 겨냥, "개별국의 기후협약 탈퇴는 역사적 조류를 거스를 수 없다"면서 중국의 공을 강조했다.

그러나 속사정은 다르다. 지난해 중국의 탄소 배출량은 전년 대비 2.3% 늘었는데, 2014~2016년 정체를 보인 이후 2년 연속 증가세로 돌아섰다. 미 에너지경제·재정분석연구소(IEEFA)가 1월 발표한 보고서에서도 중국은 해외개발 중인 399기가와트급 석탄화력발전소의 25% 이상에 자금을 지원한 것으로 알려졌다. 환경 전문가들은 그 이유를 둔화세를 좀처럼 벗어나지 못하는 중국 경제 상황에서 찾는다. 중국의 올해 2분기 경제성장률은 최근 30년 동안 최저치인 6.2%를 기록했다. 그린피스는 "지방정부와 기업들의 반발로 신규 화력발전소 건설이 조용히 승인됐다"라며 "정책 입안자들이 대규모 인프라 프로젝트에서 해법을 구했던 결과"라고 설명했다. 미국과의 무역전쟁 등으로 경기침체가 지속되다 보니 값싼 석탄발전에 집착할 수밖에 없다는 얘기다.

CNN은 "중국이 현재 계획한 신규 화력발전소 건설을 모두 마치면 지구의 기온 상승을 피하기 어려울 것"이라며 "파리협약에 부응하기 위해 추가 발전소 건설은 물론, 현재 운영하는 석탄발전도 중지해야 한다"고 지적했다.

김이삭 기자 hiro@hankookilbo.com

기사3

[기후변화를 품다] 기후변화, 세대·국가 간 갈등으로 악화

[녹색 경제신문] 승인 2019.09.25 15:57

UN 기후행동 정상회의, 세대와 국가 간 서로 다른 인식 드러나

지난 23일(현지시각) UN 본부에서 기후행동 정상회의가 열렸다. 이날 회의에 참석한 전 세계 지도자들은 “기후변화 대응에 더 강력한 행동으로 나서겠다”고 겉으로는 약속했다. UN은 이번 회의를 정리하면서 “77개 국가가 2050년까지 온실가스 배출 제로를 실천하겠다고 다짐 했다”고 전한 뒤 “70개 나라는 2020년부터 기후변화에 더 구체적인 행동으로 나설 것이라고 밝혔다”고 평가했다. 여기에 약 100개 이상의 세계적 기업들도 파리기후변화협약 이행을 위해 가시적 행동에 나설 것이라는 의지를 천명했다고 전했다.

안토니오 구테레스 UN 사무총장은 회의를 마무리하면서 “국제적 공동협력 등으로 전 세계가 기후변화에 맞서야 한다는 것에 의견을 같이했다”며 “가야 할 길이 멀다”고 지적했다. 더(More) 구체적 계획과 더(More) 강력한 행동이 뒤따라야 한다고 주문했다.

이번 UN 기후행동 정상회의에서 두 가지 갈등이 표출돼 눈길을 끌었다. 우선 기후변화를 둘러싼 기성세대와 젊은 세대의 갈등이다. ‘16세 소녀 툰베리와 도널드 트럼프 미국 대통령’의 상반된 입장이 이를 대변한다. 전 세계적으로 기후변화에 대한 목소리를 높이고 있는 16세 소녀 그레타 툰베리는 기후행동 정상회의에 참석한 지도자들 앞에서 “당신들은 우리 (젊은 세대)의 꿈을 빼앗고, 실망하게 했고, 암울한 미래만 물려주려 한다”고 직격탄을 날렸다. 2015년 파리기후변화협약에 따라 온실가스 감축안을 각국이 구체적으로 마련해야 함에도 여전히 ‘논의를 위한 논의’만 이어가고 있다고 비판했다. 지구촌 생태계가 파괴되고 있고 이는 고스란히 젊은 세대들에 비극으로 다가올 것이란 주장이었다.

이 같은 젊은 세대 목소리에 귀를 열고 진지하게 받아들이는 지도자도 있었다. 무시하고 조롱하는 지도자도 많았다. 그중 한 명이 도널드 트럼프 미국 대통령이다. 트럼프 대통령이 취임하자마자 가장 먼저 한 일은 파리기후변화협약 탈퇴였다. 그는 “기후변화는 사기”라는 주장을 굽히지 않고 있다. 기후변화에 대해 무관심과 조롱으로 일관하고 있다. 이번 기후행동 정상회의에도 처음엔 참석하지 않을 것이라고 했다가 마지막에 몇 분 정도 앉아 있다 자리를 떴다. 트럼프는 툰베리 연설에 대해서도 “그녀는 밝고 멋진 미래를 고대하는 매우 행복한 어린 소녀처럼 보인다”라고 트위터에 썼다. ‘철없는 어린아이’라는 조롱 섞인 인식이 깔렸다고 외신들은 분석했다.

미래를 살아가야 할 젊은 세대와 현재를 살아가고 있는 기성세대 간 기후변화를 두고 갈등이 내재해 있음을 보여준다. ‘기후변화를 불러온 기성세대들이 자신들은 누릴 것 다 누리면서 그 비극적 부작용은 고스란히 젊은 세대에게 전가하고 있다’는 인식이 팽배해 있다. 기후변화 이슈를 두고 앞으로 세대 갈등이 더 심각해질 것이란 전망이 설득력을

얻고 있다.

세대 갈등뿐 아니다. ‘국가 간 갈등’도 표출됐다. 아마존 파괴론자로 낙인찍힌 자이르 보우소나루 브라질 대통령은 UN 기조연설에서 아마존 열대우림 훼손을 둘러싼 국제사회 우려의 목소리에 대해 ‘아마존 주권’을 들고 나왔다. 보우소나루 대통령은 “우리는 아마존 열대우림 환경을 보호하고 지탱 가능한 개발을 위해 노력하고 있다”고 강조했다. 보우소나루 대통령은 개발론자로 아마존 산림 훼손에 책임이 없지 않다는 게 전 세계 환경 전문가들의 공통된 판단이다.

보우소나루 대통령이 아마존 파괴에 책임이 있다는 것과 별개로 그는 기조연설을 통해 ‘아마존은 브라질이 알아서 한다. 유럽 등 다른 나라가 신경 쓸 일이 아니다’는 메시지를 전한 셈이다. 자기 나랏일에 다른 나라가 간섭하지 말라는 메시지이다. 이는 기후변화에 대한 인식 차이를 드러내고 있는 부분이다. 개발도상국과 후진국은 개발을 통해 경제가 발전하기를 희망한다. 경제발전을 위해서는 에너지가 있어야 한다. 값싼 화석연료와 개간해야 할 땅이 필요하다. 이 과정에서 환경파괴는 따라올 수밖에 없다. 이런 상황에서 유럽과 미국 등 선진국은 ‘온실가스 감축’을 위해 석탄발전소를 중단하고 산림을 훼손해서는 안 된다고 주장한다. 화석연료 대신 전기차 등 친환경 운송수단으로 바뀌야 한다고 주문한다.

이 부분에서 개발도상국과 후진국의 불만이 표출되고 있다. 지금 벌어지고 있는 지구 온난화 책임은 산업혁명을 통해 부를 축적한 유럽과 미국에 있다는 게 개발도상국과 후진국의 판단이다. 틀리지 않은 말이다. 실제 지구 온난화에 가장 큰 원인인 온실가스의 절반 이상은 유럽과 미국 책임이라고 과학자들은 진단한다. 그동안 급성장한 경제개발의 후유증이다. 이런 상황을 두고 개발도상국과 후진국은 “선진국은 이미 성장할 대로 다 성장한 상황에서 개발도상국과 후진국에 온실가스를 줄여라, 석탄발전소를 짓지 마라, 산림을 훼손하지 말라고 하는 것은 이해하기 힘들다”고 주장한다. ‘왜 너희는 되고 우리는 안 되는데?’라는 근본적 질문이다.

기후변화를 두고 세대, 국가 간 이 같은 갈등이 작용하고 있는 상황에서는 그 어떤 국제적 합의도 실천으로 옮겨지기에 한계가 있다. 서로 셈법과 접근 방법이 다를 수밖에 없기 때문이다. 2015년 파리기후변화협약이 체결됐음에도 여전히 기후변화는 더 악화하고 있다는 사실이 이를 증명한다. 이 문제를 풀기 위해서는 지구 온난화와 온실가스에 책임 있는 선진국의 ‘희생과 배려’가 우선돼야 한다고 전문가들은 지적한다. 기후변화 대응을 위한 기금에 선진국이 더 큰 역할을 한다거나 개발도상국과 후진국에 석탄발전소 대신 친환경 발전시설을 갖추 수 있도록 지원하는 등의 노력이 뒤따라야 한다는 것이다. 기후변화는 한 나라의 문제가 아닌 지구 공동체 문제라는 것은 누구나 인정한다. 지금처럼 세대 간, 국가 간 갈등이 풀리지 않는다면 기후변화는 끝내 극복되지 않을 것이다. 그 결과는 자명하다. ‘치명적 비극’으로 내 달리는 ‘설국열차’일 수밖에 없다.

정종오 science@greened.kr

기사4

파리의정서 견해 차 좁히기 진통

개도국은 “선진국이 더 많이 감축” 미·EU “신흥국도 적극 감축” 요구

[중앙일보] 입력 2015-12-02 02:35 수정 2015-12-02 13:52

가장 많은 온실가스를 배출하는 두 나라인 미국과 중국의 정상이 온실가스 감축을 위한 국제 공조의 필요성을 강조했다. 이에 따라 프랑스 파리에서 열리고 있는 ‘제21차 유엔 기후변화협약 당사국총회’(COP21)에서 2020년 출범할 신(新)기후체제에 대한 합의가 이뤄질 가능성이 커졌다.

파리의정서 주요 쟁점별 당사국들 입장

쟁점	각 입장의 당사국 및 논리	
	찬성	반대
각국 감축 목표의 국제법적 구속력 부여	유럽연합·군소도서국연합(AOSIS) “구속력 없으면 각국이 약속 안 지켜”	미국·중국·한국·브라질·멕시코 “구속력 부여하면 미국 내 비준 안 되고, 각국이 목표 하향 가능성 커”
선진국·개도국 간의 의무 이원화	중국·인도·아프리카 “기후변화 책임 많은 선진국이 개도국 보다 감축 의무 많이 져야”	미국·유럽·한국 “개도국 배출 비중 증가 추세. 자국 여건·역량에 맞게 감축해야”

버락 오바마 미국 대통령은 지난달 30일(현지시간) 이번 총회의 정상회의 기조연설에서 “우리는 기후변화를 느끼는 첫 세대이자 이를 해결할 수 있는 마지막 세대”라고 말했다. 그러면서 “미국은 지구온난화에 대한 우리의 역할을 인정할 뿐 아니라 이를 해결하기 위한 책임을 적극 맡을 것”이라고 말했다. 시진핑(習近平) 중국 국가주석도 “기후변화에 제동을 거는 것은 인류 공동의 사명”이라며 합의 도출에 대한 희망을 표현했다. 미국의 상원 의회는 2001년에 교토의정서 비준을 거부했다. 중국은 교토의정서 발효 당시 개도국 지위를 인정받았다. 이에 따라 양국은 2020년까지의 감축 의무를 지닌 국가 명단에서 빠졌다.

미·중 양국 지도자의 적극적인 태도로 합의에 대한 기대가 커졌지만 주요 쟁점에서의 마찰은 여전하다. 특히 미국·유럽연합(EU) 간, 미·중 간, 선진국·개발도상국 간의 입장 차가 좁혀지지 않고 있다. 우선 국가별로 최근까지 유엔에 제출한 온실가스 감축 방안(INDC)에 국제법적 구속력을 부여할지가 논란거리다. EU와 도서국가 등이 이를 요구하는 데 반해 미국·한국 등 상당수 국가가 난색을 표했다. 외교부 최재철 기후변화대사는 “국제법적 구속력을 부여하면 상당수 국가가 최상이 아니라 현실적 수준으로 감축 목표를 하향 조정하려 할 것이기 때문에 적극적 감축을 위해 바람직하지 않을 수 있다”고 말했다. 반면 EU는 “국제법적 구속력이 없다면 각국이 약속을 지키려 하겠느냐”고 반문하고 있다.

‘선진국 책임론’을 제기하는 개도국과 선진국 간에도 이해가 엇갈린다. 개도국 편에 선 시 주석은 “기후변화를 다루면서도 빈곤을 해소하고 삶의 질을 높이고자 하는 개도국의 욕구를 무시해선 안 된다”고 주장했다. 개도국에 선진국 수준의 부담을 지우지 말라는 의미다. 하지만 오바마 대통령은 “개도국들도 곧바로 청정기술 단계로 접어들어야 한다”며 개도국의 적극적 참여를 주문했다.

재정·기술 여건이 열악한 개도국을 얼마나 지원할 것이냐도 관련국들의 주요 관심사다. 로버트 무가베 짐바브웨 대통령은 “기후기금을 제공하겠다는 선진국 약속은 현재까지 기대 이하 수준”이라고 말했다.

경제협력개발기구(OECD) 회원국이며 세계 온실가스 배출량 7위인 한국은 이번 협상이 선진국·개도국 간 대결로 가는 것을 경계하고 있다. 한국이 선진국으로 분류돼 큰 짐을 떠안을 가능성이 있기 때문이다. 최 대사는 ‘선진국·개도국으로 감축 의무 등을 이원화하기보다는 국가별 역량·여건에 따라 나라별로 감축 의무를 차별화하는 게 한국에 유리하다’고 설명했다.

한편 빌 게이츠, 마크 저커버그, 손 마사요시(소프트뱅크 회장) 등 정보기술(IT) 업계 거부 30여 명은 1일 “신에너지 기술 개발을 위해 세계 20개국 정부와 함께 공동기금을 만들겠다”고 밝혔다.

파리=황수연 기자, 서울=성시윤·정원엽 기자 sung.siyoon@joongang.co.kr

기사 5

유엔 간 文대통령 ‘기후변화 대응’ 세가지 약속과 한가지 제안

“녹색기후기금 공여 2배 증액...‘2020년 P4G정상회의’ 한국 개최”

‘세계 푸른 하늘의 날’ 유엔기념일 지정 제안도

(뉴욕=뉴스1) 진성훈 기자, 조소영 기자 | 2019-09-24 05:34 송고 | 2019-09-24 05:56 최종수정

제74차 유엔총회 참석을 위해 미국 뉴욕을 방문 중인 문재인 대통령은 23일 오후(현지시간) 유엔총회 회의장에서 열린 ‘기후행동 정상회의’에 참석해 기조연설을 했다.

문 대통령은 안토니우 구테흐스 유엔 사무총장이 주최한 이 날 회의에서 “한국은 국경을 넘어 인류의 포용성을 강화하기 위해 다자주의적 노력에 함께하고 있다”며 “오늘 나는 ‘지속가능 발전과 기후환경변화 대응’을 위해 국제사회에 세 가지의 약속과 한 가지의 제안을 드리고자 한다”고 말했다.

문 대통령은 우선 “첫째, 한국형 지속가능발전목표 수립을 비롯해 지속가능한 저탄소 경제로 조기에 전환하기 위해 다양한 방안을 모색해 나가겠다”고 밝혔다.

문 대통령은 △동아시아 최초 전국 단위 배출권 거래제 시행 △석탄화력발전소 감축 이행 △올해 1월 재생에너지·수소에너지 확대 등 수소경제 로드맵 발표 등을 언급하며 "내년에 제출할 '온실가스감축목표'와 '2050년 장기 저탄소 발전전략'에 이러한 한국의 의지를 적극적으로 반영할 예정"이라고 강조했다.

이어 문 대통령은 개발도상국의 기후변화 대응을 지원하기 위한 한국 소재 국제기구인 녹색기후기금(GCF)에 대해 "공여액을 지금보다 두 배로 늘리겠다"고 약속했다.

문 대통령은 "2019년 유엔 개발계획 집행이사회 의장국으로 활동해온 것처럼 국제사회의 일원으로서 책임을 다하고자 한다"며 "한국의 기여가 녹색기후기금 활동을 더욱 활성화하는 계기가 되길 바란다"고 말했다.

우리 정부는 GCF에 대한 공여액을 지난 1차 기간(2015~2018년, 1억달러) 대비 2배(2020~2023년, 2억달러)로 상향한다는 계획이다. GCF는 조성된 재원의 60%가 소진될 때 재원 보충 논의를 개시하며, 이에 따라 지난해 10월부터 재원 보충 논의가 시작된 바 있다.

이어 문 대통령은 '녹색성장 및 글로벌 목표 2030을 위한 연대'(P4G) 정상회의의 2020년 서울 개최 계획을 발표했다.

문 대통령은 "셋째, 내년도 '제2회 P4G 정상회의' 한국 개최를 선언한다"며 "내년 6월 서울에서 개최되는 'P4G 정상회의'는 파리협정과 지속가능목표 이행을 위해 국제사회의 결속을 강화하는 계기가 될 것"이라고 자신했다.

문 대통령은 "P4G와 한국에 본부를 둔 녹색기후기금과 글로벌 녹색성장연구소(GGGI) 간의 협력이 강화되면 개발도상국 지원이 한층 확대될 것"이라고 말했다.

특히 문 대통령은 이날 미세먼지 등 대기오염 문제를 해결하기 위한 국제협력을 촉구하기 위해 "마지막으로 '세계 푸른 하늘의 날' 지정을 제안한다"고 밝혔다.

문 대통령은 "세계보건기구에 의하면 매년 700만 명 이상 대기오염으로 조기사망하고 있다"며 "대기질 개선을 위해서는 공동연구와 기술적 지원을 포함한 초국경적인 국제협력과 공동대응이 반드시 필요하다"고 강조했다.

그리면서 "한국은 반기문 전 유엔 사무총장을 위원장으로 하는 '국가기후 환경회의'를 설립해 국내적인 노력과 함께 국제사회와의 협력을 강화하고 있다"며 "대기질 개선을 위한 국제사회의 협력은 저탄소 시대를 촉진하는 길이기도 하다. 회원국들의 적극적인 참여와 지지를 당부드린다"고 말했다.

한편 한국은 2015년 유엔기후변화협약 사무국에 2030년 온실가스배출 전망치(BAU) 대비 37% 감축 목표 등을 포함한 국가결정기여를 제출한 바 있으며 2020년 말까지 이 내용을 갱신해 사무국에 제출할 예정이다.

기사6

반기문 "기후변화 재앙까지 11년, 미국 파리협정에 돌아와야"

[중앙일보] 입력 2019.09.19 14:28

“기후변화가 재앙이 되기까지 11년밖에 남지 않았다.”

반기문 전 UN 사무총장은 19일 “폭염과 산불, 태풍이 더 이상 이상기후가 아니라 ‘뉴 노멀’로 인식되고 있다”며 이 같이 밝혔다. 반 전 총장은 이날 경희대 평화의 전당에서 열린 ‘세계평화의 날 기념 원탁회의’에 참석해 기조발표 했다. 이 행사는 16~19일까지 경희대가 주최한 ‘피스 바 페스티벌 2019’의 일환으로 열렸다.

반 전 총장은 “기후변화가 지구의 성격을 바꾸고 있다”며 “개인과 공동체가 기후변화의 실존적 위협에서 벗어나려면 지금 당장 행동으로 옮겨야 한다”고 말했다. 그러면서 유엔 사무총장 재직 시절 기후변화 문제를 해결하기 위해 실행했던 노력들을 소개했다.

그는 “10년 임기 동안 기후변화를 최우선 과제로 추진했던 것에 긍지를 느낀다”며 “2007년 세계 정상들이 참여하는 최초의 고위급 회담을 열었다”고 말했다. 특히 “백악관을 직접 방문해 조지 W. 부시 대통령을 설득해 회담에 참석하도록 했다”고 설명했다. 다만 “회담이 열린 공식 석상에서 부시 대통령이 발언을 거절한 것은 매우 안타까운 일”이라고 회상했다.

하지만 그의 노력은 2015년 12월 파리기후변화협약을 통해 빛을 발했다. 반 전 총장은 “1992년 교토의정서는 중국과 인도 등 온실가스 최대 배출국가의 의무가 없었지만 파리협약에선 이 부분이 개선됐다”고 설명했다. 그러나 “(트럼프 대통령 당선 후) 미국이 협약에서 탈퇴한 것은 매우 유감스럽고 안타까운 일”이라고 지적했다.

반 전 총장은 “내일(20일) 최초의 기후정상회의에 참석하기 위해 뉴욕으로 간다”며 “기후변화가 재앙 수준에 이르기까지 11년밖에 남지 않았는데 정치적 의사가 결집될 수 있도록 노력하겠다”고 말했다. 그러면서 “미국은 다시 파리협약으로 돌아와야 한다, 차기 대통령은 꼭 기후변화에 행동하길 촉구한다”고 강조했다.

아울러 그는 “심화되는 위기에 대응하기 위해선 국가 간 협상에 그쳐선 안 된다”며 “시민 개개인이 소비 습관 등을 변화시켜 기온 상승을 억제해야 한다”고 밝혔다. 그러면서 “이런 시기에 경희대가 세계평화의 날을 맞아 기후변화 문제를 제기한 것은 매우 의미 있는 일”이라고 평가했다.

반 전 총장은 끝으로 “우리에게 플레닛(planet) B가 없다, 지구는 단 하나뿐 대안이 없다”며 “그렇기 때문에 기후변화 문제에도 플랜B가 없다, 다자주의를 기반으로 함께 협력하고 자연과 공존하는 미래를 만드는 것이 유일한 방법”이라고 말했다.

윤석만 기자 sam@joongang.co.kr.

[부록 6] 학생 활동결과 예시

[1, 2차시]

2. 기후변화- 01. 기후변화의 요인-(1) 자연적 요인

<생각열기> 세계 최대의 사막인 사하라 사막에는 기원전 12,000년에서 기원후 100년까지 제작된 것으로 추정되는 암각화가 있다. 여기에는 기린, 코뿔소, 사자, 코끼리 등 사막이 아닌 초원에서 서식하는 동물들이 많이 등장한다. 지금은 사하라 사막에서 볼 수 없는 동물들을 어떻게 벽화에 그렸을까?

A가 공부할 부분: 교과서 126p 기후변화의 자연적 요인 중 지구 외적 요인
keyword : 태양 흑점수, 지구의 공전궤도, 세차운동, 계절변화, 지구 자전축 경사각, 밀란코비치 주기
 [교과서126p 그림참고]
 위의 keyword를 사용하여 개념도를 그리고 짝에게 설명해 보자.

태양 흑점수 작음.
 → 태양활동을 약
 → 태양으로부터 방출되는 복사 에너지량↓
 ⇒ 소빙하기 시기 = 태양흑점수 작음.

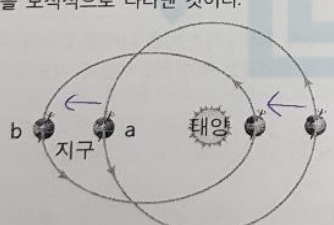
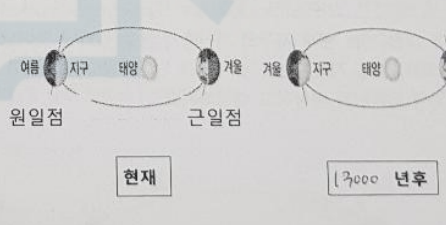
약 10만년 주기로
 빙하기-간빙기
 평행이동 → 경사각 변화
 한 번 4만년에 1도 변화
 23.5도
 22.5도
 21.5도
 4000년 주기로 변화

지구의 공전궤도 → 약 10만년 주기로 원(원)이 가까운 형태
 → 조금 더 납작한 타원의 형태
 ○ ⇒ 지구와 태양의 거리
 -영향X→ 여름과 겨울의 기온
 ○ ⇒ 근일점: 태양 복사에너지 ↑
 원일점: 태양 복사 에너지 ↓
 ⇒ 북반구 겨울도 더 따뜻한 겨울 + 더 시원한 여름.

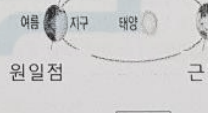
지구 외적 요인

세차운동
 현재 북반구: 원일점 → 여름 → 근일점 → 겨울
 4000년 후: 원일점 → 겨울 → 근일점 → 여름
 계절 변화: 근일점 → 여름, 기온연교차 ↑

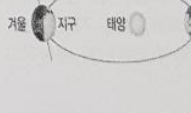
과거 지축 경사각이 커지면, 중위도와 고위도 = 여름 겨울에 받는 태양 복사 에너지 ↑
 ⇒ 여름 기온 ↑ 겨울 기온 ↓
 같이 풀기 문1) 그림은 지구의 공전궤도가 약 10만 년을 주기로 원에 가까운 형태에서 납작한 타원의 형태로 바뀌는 것을 모식적으로 나타낸 것이다.

문2) 그림은 세차운동으로 지구 자전축 경사 방향이 현재와 반대로 된 모습을 모식적으로 나타낸 것이다. 빈칸을 채워봅시다.



현재



13000 년 후

지구의 공전궤도가 a에서 b로 변한 경우 지구의 여름과 겨울의 기온(북반구 기준)은 어떻게 변하는가?
 여름은 더 시원해지고 겨울은 더 따뜻해진다.

- 여름과 겨울의 기온은 현재와 비교하여 어떻게 변하는가? (자전축 이외의 요소는 변하지 않았다고 가정함)
 태양 복사 에너지량의 차이가 커져 여름 기온은 더 상승하고 겨울 기온은 더 하강한다.

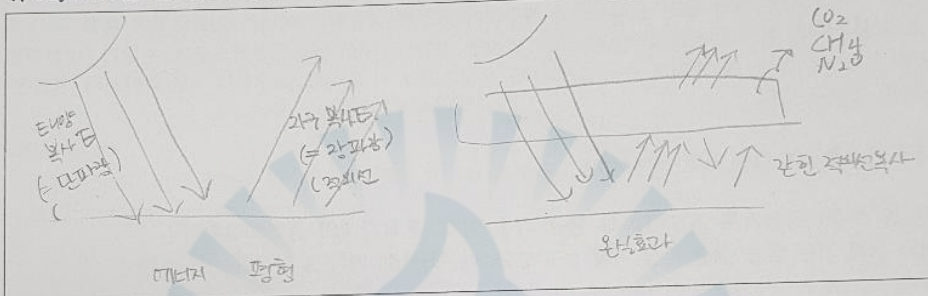
<조사하기> 온실 기체는 주로 어디서 생성되는지 배출원을 조사해 봅시다.

- 이산화탄소 :

- 메테인:

-아산화질소: 질토리 비료 및 가축분뇨에 의해 농경지에서 일어난다. 산화물에서 발생

keyword : 태양복사에너지, 지구 복사에너지, 단파장, 장파장, 온실 기체, 이산화탄소, 메테인, 온실효과
위 keyword를 참고하여 온실효과의 원리를 인포그래픽으로 그려보자.



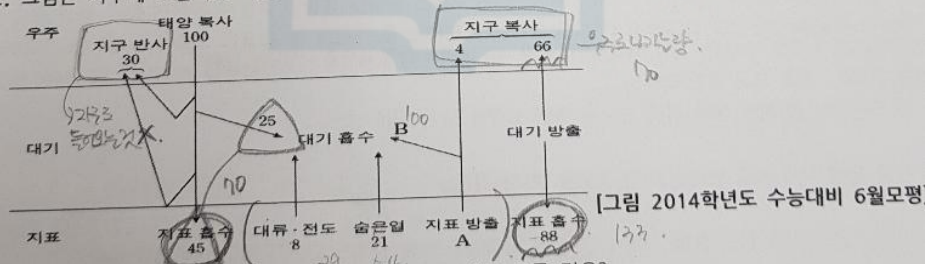
<점프문제>

1. 온실효과에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 가. 수증기와 이산화 탄소는 온실 효과를 일으키는 기체이다. ○
 나. 온실 기체는 짧은 파장의 가시광선을 긴 파장의 적외선보다 잘 흡수한다. X. 반대.
 다. 온실 효과에 의해 지구의 평균 기온은 온실 기체가 없는 경우보다 높게 유지된다. ○

① 가 ② 나 ③ 가, 나 ④ 가, 다 ⑤ 나, 다

2. 그림은 지구에 도달하는 태양 복사 에너지의 양을 100 이라고 할 때 평형 상태의 지구 열수지를 나타



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

- 가. A는 133이다. X. 104.
 나. 대기가 흡수하는 복사 에너지의 총량은 154이다. ○
 다. 지구로 들어오는 복사에너지량과 우주로 나가는 복사에너지량은 같다. ○ 70으로 동일함.

① 가 ② 나 ③ 가, 나 ④ 가, 다 ⑤ 나, 다

[3차시]

1. 기후변화의 요인 2. 인간활동에 의한 기후 변화 주제: 기후변화의 원인을 설명하는 다양한 가설 (부제: 지구가 더워지는 게 정말 사람 때문인가?)		2학년 (9)반 (5)번 ()의 활동지입니다
주제 조사, 요약하기	1979년 지구의 표면온도가 상승했다는 것은 측정치 오류일 가능성 ↑ ⇒ 측정 도실에서 함. 이는 도시 열섬효과이다 지구자전축/공전궤도의 변화 1988년 이후 기온 상승추이가 보이지 않는다. CO ₂ 량은 기온 상승한 후에 증가함 → 바닷물 속에 녹아있던 가스가 기온상승으로 물과 분리됨기 때문에	
쟁점과 논쟁	기후에 주로 미치는 영향 태양이다. 썩 = 주장이 잘못되었다. 태양은 남반구에 영향을 안주기 때문에 대기 중 CO ₂ 량이 늘었는데 기온상승보다 더 먼저 CO ₂ 량이 증가했기 때문에 자연이 아닌 인간이 원인이다.	
모두 논쟁과 결론	자연 자체로 지구가 좀 더워졌는데 <u>그걸로 인간이</u> <u>가혹화시켜 더 더워지게 된 것이다.</u>	
지구 기후 변화에 대한 나의 생각	지금까지 지구기후변화의 원인은 인간 때문이라고 생각하였는데 자연에 의해서도 지구가 포거워질 수 있다는 것을 알게 되었다. 기후 변화가 일어나는 원인으로 수증기나 얼리보와 같은 것들 때문에 지구가 더워질 수 있다는 것이 신기했다.	
오늘의 수업 일기	신로선 본 않았다.	

[4차시]

2019 원종 2학년 2학기 지구과학		()반 ()번 ()
2-2. 인간활동에 의한 기후 변화 (교과서129~ 133p) * 핵심질문: 지구온난화의 주요 원인은 무엇인가? 한반도의 기후는 어떻게 변하고 있는가?		2학년 ()반 ()번 ()의 학습지입니다
꼭과 토론했 내용 정리하 기	<p>-질문: (1) 지구온난화는 반드시 있는 현상인가? A. 네, 해석으로 사물을 완전히 증명하려면 그것을 대체할 증거가 나올때만 가능함</p> <p>2) 빙하가 녹으면 해수면이 상당하게 올라갈까? A. 빙하가 땅 위에 있으므로 녹으면 해수면은 상승 시킨다</p>	<p><핵심 키워드></p> <p>* 기후 모형 자료의 온도편차는 무엇을 의미하는가? 평균치 1961년~ 2010년 평균치와의 차</p>
2등에서 토 론한 내용 정 리하기	<p>-질문: 빙하가 녹으면 대체로 해수면이 상승하니까? A: 빙하가 땅에 있는 거라 녹으면 해수면이 상승한다</p> <p>* 우리나라의 기후 변화의 영향은 어떠한지 특징을 적어보자. 한반도는 지난 30년간 연평균 1.2°C 상승, 증가율 0.4°C/10년 → 전 세계 평균보다 2배 높음 여름은 길어지고 겨울은 짧아졌다 강수량은 지난 30년간 17% 증가 → 남하가 빨라졌다 큰 폭 상승</p>	
<p>지구 온난화는 반드시 있을 수 있는 현상인가?</p>		<p>빙하가 녹으면 해 수면이 상당하게 올라갈까?</p>

2-2. 인간활동에 의한 기후 변화 (교과서 129~ 133p) • 핵심질문: 지구온난화의 주요 원인은 무엇인가? 한반도의 기후는 어떻게 변하고 있는가?		2학년 ()반 ()번 ()의 학습지 입니다
짝과 토론한 내용 정리하 기	-질문: <div style="background-color: yellow; padding: 10px; margin: 10px;"> <p>이산화탄소를 많이 분출하는 원인 원인 분출하는 양이 영향을 미치며 나타나? 땅에는 여러 성분이 있어 때문에 관찰하지 않을 거예요</p> <p>오존층 파괴는 자원난화의 원인이 되나? 오존층 파괴는 자외선 차단이기 때문에 직접적 영향은 없지 않나...? ...?</p> </div>	
모둠에서 토 론한 내용 정 리하기	-질문: 오존층 파괴가 자원난화의 원인인가? - X 자원난화는 자기가 많은 쪽에서 생기며 때문에 영향을 미치지 않는다. ♣ 우리나라의 기후 변화의 영향은 어떠한지 특징을 적어보자. 연평균 1.2℃ 상승, 여름은 길어지고 겨울은 짧아짐. 편차는 1981-2010 평년치 증가율 0.4℃/10년 강수량 7% 증가 6월 전세에 평년 2배 남한 > 북한 ♣ 현재의 지구온난화가 인간활동 때문이 아닌 태양의 변화와 자연적인 요인에 의한 라고 주장하는 의견에 반박하는 글을 써보자. 기록 모형 참고 하세요.	

[5차시]


〈지구과학 I 탐구보고서 수행평가〉

-나는 기후 전문가 : 기후변화로 인한 영향과 해결 방법 토의하기-

학번: 21003 이름:

(내용 분석, 요약 + 그림, 또는 비주얼씽킹 기법, 씽킹맵 등을 곁들여 알기 쉽게 정리하는 것도 좋습니다.)

<개인 활동> 내가 읽고 정리한 주제: 기후변화 대비 '강원도형 재해 대응책' 마련해야...



집중호우 and 가뭄

가뭄때문에 갈라지는 땅

기상극단화 현상

강원도형 재해 대응책

- 장마 대책이 차원각 수준이 아쉽다.
- 장마 이후 집중호우나 태풍까지 고려한 대책이 필요.
- 현장 실정을 아는 주민들이 실천해야 할 것.

2. <모둠내 토의> 모둠 주제에 관해 정리한 내용을 토대로 기후 변화의 영향으로 나타나는 환경적, 사회적, 경제적 변화를 찾아 쓰고, 국가, 지역사회, 개인 차원에서 기후 변화를 막기 위한 실천 방안 및 해결 방안을 토의해 적기

주제: 홍수, 가뭄으로 인한 수자원 변화.

<p>환경 - 홍수, 가뭄로 인해</p> <p>사회적 - 현장 실정을 잘 아는 주민들의 인력이 필요함.</p> <p>경제적 - 신규수원지 개발 생생외에 예산이 한정적임.</p>	<p>개인차원 - 화장실 등에 물을 채워 저장함(물기 양척법) 이용해, 수도관 단절</p> <p>지역사회 - 급수체계 조정, 노후관 교체, 물재이용 활성화</p> <p>국가 - 가뭄여충극기 개발, 상수원 확대 보급</p>
---	--

3. <모듬별 발표> 다른 모듬에서 발표하는 것을 듣고 정리하기

1반 주제 : 열대성 질병 확산

→ 모기로 인한 질병 증가, 약화되는 주사 예방

○ 재약산업

2반 주제 : 야생동물에 따른 수생생물 변화

상위 - 산란성 ↑, 한류성 ↓

래미장대 개도모는 시기 빨라짐, 어획량 감소, 산재생 E제발, 중추에서 제거

- 3번 주제 - 기아, 곡물 수확량 감소 / 폭염, 가뭄 빈번, 온실가스 배출량 증가.
대지능력 소실, 기아 증가 화석연료 사용 줄이기, 곡물 공급 부족 해치기.
육류 소비 줄이기
- 4번 주제 - 생태계 파괴, 생물 다양성
서식지 감소, 외래종 유입 증가 해양생물 멸종 가능성 / 해수면 상승
오기 개체수 증가 (전염병) CO2 포집 저장 연구 개발 → 저류지 감소.
- 5번 주제 - 작물 재배지 변화.
작물 재배지, 농장/보통 농가 → 대형 농가 / 이명대작물 전량 생산
온대 농작물 재배 가능.
- 6번 주제 - 폭염 일수 증가
대형 산불 → 산불 발생 증가. 폭염으로 인한 민중 계층 위험 부담, 물 부족 등
산재생에 대처 개발. 폭염 심화 경고. → 야생?
- 7번 주제 - 해수면 상승, 빙하면적 감소 우리나라에서 동쪽 지역 재배 불가
비하들을 서식지 감소 태양 복사 에너지 ↓,
해수면 상승으로 인해 기후 난민 2억 5천만 명

4. <개인 활동> 기후 변화 수업을 통해 생각한 것과 배운 점, 기후 변화를 막기 위해 국가나 지역사회 차원 또는 자신이 할 수 있는 실천 방안을 구체적으로 생각해 보고 적어봅시다.

- 성실하게 쓴 경우 생기부 세특에 기록 예정!!!

수업을 통해 생각한 것과 배운 점	가뭄이 심한 곳은 더 심각하고, 폭우가 심한 곳은 더 심각해질 것. 기후에 변화가 생기면 계속해서 더 심한 기상악화가 찾아올다. 마치 <u>탈모</u> 같다. 스트레스 <u>증가</u> 기름 기름
국가나 지역사회 차원 또는 자신이 할 수 있는 구체적인 실천 방안	<u>양치검을 아용할 것이다.</u> 산재생도 개발에 힘써야 한다. 이산화탄소를 땅에 묻는다.

[6차시]

비정상 회담- 2019 국제 기후변화회의
지구 시민 2학년 (10)반 (9)번 ()

1. 자신이 읽은 기사의 내용을 요약해 봅시다. (기후변화와 관련하여 핵심부분을 적습니다.)

[기사4] 느릿느릿한 기후변화 대응
기후변화의 역설과 대다수 사람이 가진 '현재 중시 편향'을 합친 눈으로 보면 현재세대가 기후 변화 대응에 적극적이지 않아 보이는 이유가 설명된다. 느릿한 대응 속에 온실가스량은 기하급수적으로 증가하고 있다. 소리만 요란한 공약이 아니라 작더라도 실천이 수반된다면 IPCC 덕제가 가능할 것이다.

[기사5] 기후협약 협력한다던 중국, 대규모 화력발전소 들뜸
중국이 신규 화력발전소 건설 중단을 약속하고도 석탄 발전에 미련을 거두지 못하고 발전소 공사를 진행 중이다.

[모둠활동]

2. 파리 기후협약의 내용에 대해 조사하여 간단히 적어보자.

전 세계 온실 기체 감축을 위한 국제 협약으로, 2100년까지 지구 평균기온 상승을 산업화 이전보다 2도 이상 오르지 않도록 하고, 1.5도 이하로 제한하도록 노력한다고 합의했다.

1997년 교토의정서와의 차이는 무엇인가?

195개 당사국 모두에게 구속력 있는 보편적인 첫 기후합의라는 역사적인 의미를 가진다.

3. 기사들의 내용을 참고하여 세계 주요국가(미국, 중국, 한국, 개발도상국)의 기후변화대응에 대한 입장을 적어봅시다.

• 미국 - 지금 기후변화협약을 맺으면 우리 산업은 크게 지장받을거야. 우리는 안할래.

• 중국 - 개발할게니까 2030년까지 기다려줘.

• 한국 - 우리 아직 선진국 아니라 빠져나갈 수 있지 그래도 우리 다리 구실쯤은 해줄게.

• 개발도상국

- 베네수엘라 - 이게 다 나들이 개발하면서 이렇게 된 거 아니야! 새로운 체제 다시 짜봐!

- 투발루 - 우리 땅 잠기기 전에 해결해.

• 일본 - 우리 재해 때문에 힘들어. 빠질래.

LOVE

1. [토론] '개발도상국과 후진국도 온실가스 감축 의무를 져야 하는가?'에 대해 토론해보자.

찬성 논리	반대 논리
같이 사는 지구를 위해 다같이 노력해야 하는 것은 당연하다. 온실가스는 모든 나라 공통의 문제이다. 개발을 유도하기보다 현재 온실가스 감축이 우선이다. 선진국에서 친환경 기술은 후진국에게 ^{개도국} 처음부터 친환경 기술 보급을 해야 한다.	당연히 감축 의무를 져서는 안된다. 후진국도 발전할 권리가 있는데 그것을 막는다면 너무 불공평하다. 선진국들이 기술을 후진국에게 주어야 한다.

→ 이 주제에 대한 자신의 의견을 다음시간에 논술평가 합니다.

2. 앞 시간에 읽은 기사 자료와 토론 활동을 바탕으로 '파리 기후 협정에 개발도상국과 후진국도 의무적으로 참여해야 하는가?'에 대한 자신의 의견을 논술하시오. (논술문의 형식을 갖추어 서론-본론(첫째~둘째...)-결론으로 작성하시오. [2점])
나는 파리 기후 협정에 개발도상국과 후진국도 의무적으로 참가해야 한다고 생각한다.

우선 첫째로, 개발도상국과 후진국은 경제 성장을 해야 한다. 경제 발전을 원하지 않는 개발도상국과 후진국은 없을 것이다. 경제 발전을 위해서는 탄소나 석화석연료와 개간할 땅이 필요하다. 땅 개발할 땅을 만들기 위해 산림을 파괴하고, 화석연료를 사용해서 오는 환경파괴와 이산화탄소(온실가스) 배출은 피할 수 없다. ^{이제야} 친환경에너지를 사용해서 발전한다고 해도, 그에 따른 기술력과 자원이 필요할 것이다. 여기서 선진국들이 필요한 기술들을 자원을 해준다면, 개발도상국들도 그 기술로 친환경적 경제 성장을 할 수 있다. 두번째로, 선진국들은 이미 온실가스를 많이 방출해 온 불공정한 상태이다. 선진국들은 자신의 나라가 성장하기 위해 많은 온실가스를 방출해왔고, 환경을 파괴해왔다. 성장이 어느정도 된 상태임에도 미국, 영국 등이 온실가스를 가장 많이 배출하는 나라로 보는데, 자기네 나라를 많이 온실가스를 배출하고 성장이 끝났다고 이제서야 환경을 생각하는 것은 아이적(아기적) 것이다. 선진국들이 먼저 줄이고, 개발도상국을 도와준 뒤에 온실가스 감축의무를 함께 하라고 해야 하는 것이다.

아무리 환경이 좋다고 하더라도 국가간의 차이도 존중해 주어야 한다. 시기가 다를 뿐이지 개발도상국도 이미 발전한 선진국 만큼 발전 할 수 있다. 선진국들부터 줄일 수범하여 환경을 보존한 개도국을 도와 주어야 한다. 그 전까지는 ~~개발도상국~~ 개도국이 파리 기후 협정에 의무적으로 참여하지 않아도 된다.

【부록 7】교수·학습 과정안 타당도 검사지 (양식)

교수·학습 과정안 타당도 검사 의뢰서 (2차)

안녕하십니까?

저는 경기도 부천 ○○고등학교에 재직하고 있으며 한국교원대학교 교육대학원 지구과학교육전공에 재학 중인 정해림 입니다.

본 교수·학습 과정안은 1차 타당도 검증을 바탕으로 고등학교 2학년 학생들을 대상으로 지구과학 I 교과서의 '기후변화' 단원에서 하브루타 수업을 활용한 수업이 고등학교 학생들의 과학에 대한 태도에 대해 알아보고자 구성한 수업 과정안 입니다.

개발된 과정안이 하브루타 수업모형을 올바르게 적용하였는지, 학생들의 과학 태도에 긍정적 영향을 미칠지를 참고하여 검토해 주시면 연구에 많은 도움이 되겠습니다. 본 연구에 협조해 주셔서 진심으로 감사드립니다.

※ 아래 해당란에 ○표시 또는 기입해 주세요.

- 전공 : 물리(), 화학(), 생물(), 지구과학(), 통합과학(), 기타()
- 담당과목: 물리(), 화학(), 생물(), 지구과학(), 통합과학(), 기타 ()
- 근무학교: 중학교(), 고등학교(), 대학원 재학중()

범례

[평가 척도]

5
4
3
2
1

[검사 문항의 평가 기준]

매우 적절함
적절함
보통임
적절하지 않음
매우 적절하지 않음

교수·학습 과정안 타당도 검사지

※ 해당하는 곳에 √ 표시하거나 의견을 직접 적어주세요.

5. 매우 그렇다. 4. 그렇다. 3. 보통이다.
2. 그렇지 않다. 1. 매우 그렇지 않다.

문 항	평가 내용	평가 척도				
		5	4	3	2	1
1	1, 2차시 교수·학습 과정안은 친구 가르치기 하브루타 수업모형을 잘 반영하고 있는가?					
2	4, 5차시 교수·학습 과정안은 질문 중심 하브루타 수업모형을 잘 반영하고 있는가?					
3	3, 6차시 교수·학습 과정안은 논쟁 중심 하브루타 수업모형을 잘 반영하고 있는가?					
4	1~6차시 교수·학습 과정안은 학생 중심수업에 적합한가?					
5	교수·학습 과정안은 학생들이 토의·토론에 흥미를 갖도록 하는데 도움을 주는가?					
6	교수·학습 과정안은 학생들의 과학에 대한 태도 변화(과학 탐구에 대한 태도, 과학수업흥미도)에 적합한가?					
7	교수·학습 과정안은 학생들의 자기주도적 학습능력(초인지, 정보탐색, 주인의식, 창의성) 신장에 도움이 되는가?					
8	선생님이 느끼신 교수·학습 과정안의 장점을 적어주세요.					
9	선생님이 느끼신 교수·학습 과정안에서 보완할 점을 적어주세요.					

수업자료 및 활동지 타당도 검사 의뢰서 (3차)

안녕하십니까?

저는 경기도 부천 ○○고등학교에 재직하고 있으며 한국교원대학교 교육대학원 지구과학교육전공에 재학 중인 정해림 입니다.

본 수업자료 및 학생 활동지는 1·2차 타당도 검증을 바탕으로 고등학교 2학년 학생들을 대상으로 지구과학 I 교과서의 '기후변화' 단원에서 하브루타 수업을 활용한 수업이 고등학교 학생들의 과학에 대한 태도에 미치는 영향에 대해 알아보고자 구성한 수업입니다.

개발된 자료가 하브루타 수업모형과 '기후변화'단원 수업에 적합한지, 학생들의 과학 태도에 긍정적인 영향을 미칠지를 참고하여 검토해 주시면 연구에 많은 도움이 되겠습니다. 본 연구에 협조해 주셔서 진심으로 감사드립니다.

※ 아래 해당란에 ○표시 또는 기입해 주세요.

- 전공 : 물리(), 화학(), 생물(), 지구과학(), 통합과학(), 기타()
- 담당과목: 물리(), 화학(), 생물(), 지구과학(), 통합과학(), 기타 ()
- 근무학교: 중학교(), 고등학교(), 대학원 재학중()

범례	
[평가 척도]	[검사 문항의 평가 기준]
5	매우 적절함
4	적절함
3	보통임
2	적절하지 않음
1	매우 적절하지 않음

수업자료 및 활동지 타당도 검사지

※ 해당하는 곳에 √ 표시하거나 의견을 직접 적어주세요.

5. 매우 그렇다.

2. 그렇지 않다.

4. 그렇다.

3. 보통이다.

1. 매우 그렇지 않다.

문 항	평가 내용	평가 척도				
		5	4	3	2	1
1	1, 2차시 활동지와 과제는 친구 가르치기 하브루타 수업에 적합한가?					
2	4, 5차시 읽기자료와 활동지는 질문 중심 하브루타 수업에 적합한가?					
3	3, 6차시 읽기자료와 활동지는 논쟁 중심 하브루타 수업에 적합한가?					
4	1~6차시 활동지는 단순 암기식이 아닌 학생들이 주도적으로 학습하는 데에 적합한가?					
5	읽기자료와 참고자료는 학생들이 토의·토론(논쟁)에 관심을 갖도록 하는데 도움을 주는가?					
6	읽기자료와 활동지는 학생들의 기후변화에 대한 흥미와 관심을 가지기에 적합한가?					
7	읽기자료 분량과 활동지의 빈칸은 분량이 적절한가?					
8	선생님이 느끼신 수업자료와 활동지의 장점을 적어주세요.					
9	선생님이 느끼신 수업자료와 활동지에서 보완할 점을 적어주세요.					