

Ecological literacy and systems thinking game

생태 소양과 시스템사고 게임

2022 초등 기후위기대응 및 생태환경교육 자료집

2022 Handbook of Transformative Pedagogy for
Climate Change, Ecological, and Environmental Education



eBOOK QR코드



PDF 다운로드 QR코드

Version 1.



인천광역시교육청
INCHEON METROPOLITAN CITY OFFICE OF EDUCATION



* 출처 : 중앙일보. 1428마리 돌고래 사체...북대서양 피바다 만든 잔혹한 사냥. 2021.09.15

생태 소양은 자연 시스템이 어떻게 작동하는지,

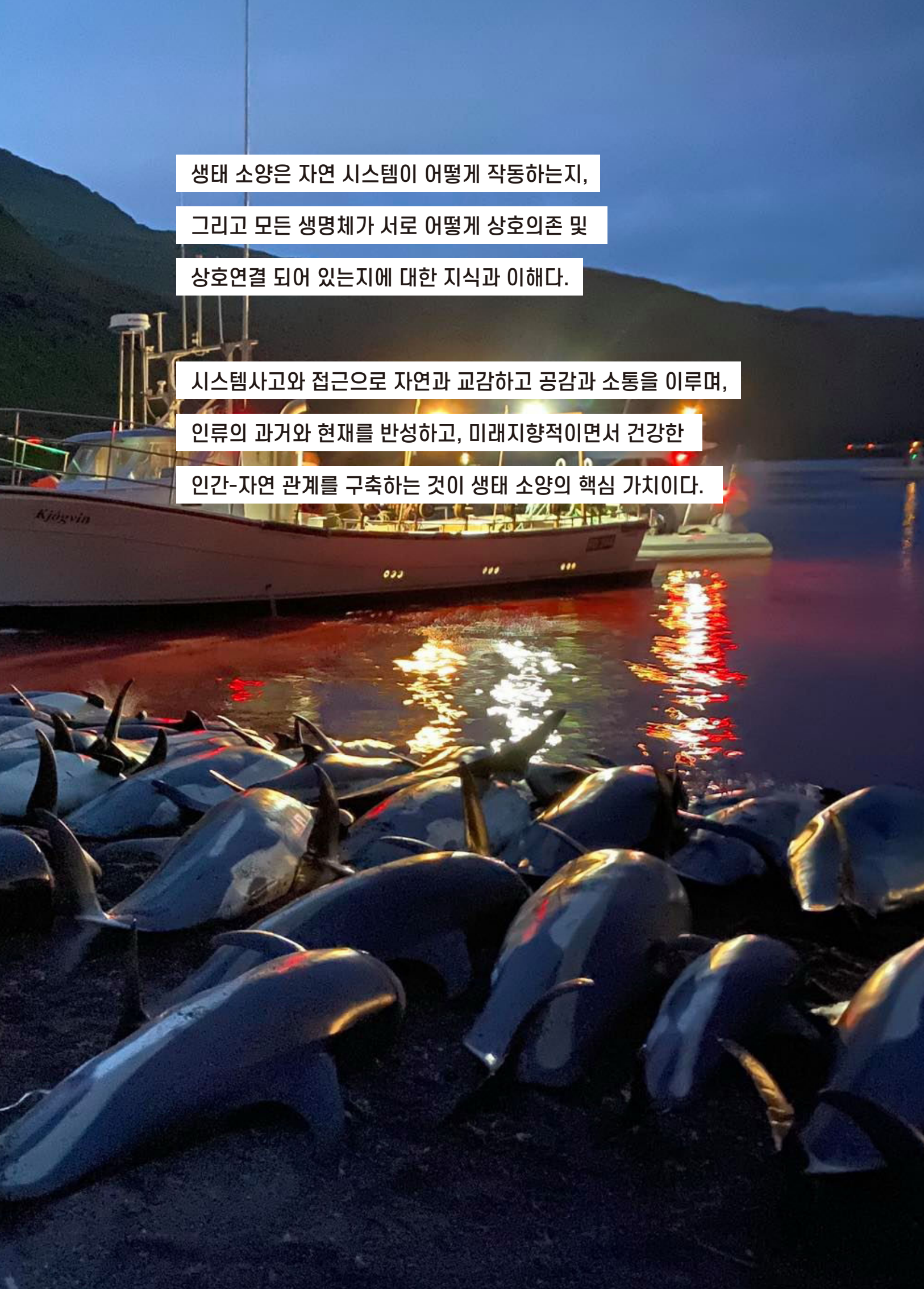
그리고 모든 생명체가 서로 어떻게 상호의존 및

상호연결 되어 있는지에 대한 지식과 이해다.

시스템사고와 접근으로 자연과 교감하고 공감과 소통을 이루며,

인류의 과거와 현재를 반성하고, 미래지향적이면서 건강한

인간-자연 관계를 구축하는 것이 생태 소양의 핵심 가치이다.



출판 정보

본 책자에 포함된 견해, 자료의 선정, 진술된 의견 모두 저자 및 집필 참여자에 의한 것이며, 인천광역시교육청의 공식적 의견과 반드시 일치하는 것은 아닙니다. 본 책자에 사용된 자료의 제시 방식은 특정인물 또는 국가의 제한과 관련된 인천광역시교육청을 대표하는 어떠한 입장 표명을 의미하고 있는 것은 아닙니다. 본 저작물은 공공교육을 위한 목적으로 사용한다는 전제하에 사용권이 인천광역시교육청에 양도되었습니다.

교육용 또는 비영리적 목적으로 본 저작물을 재출판하는 경우, 이를 인천광역시교육청에 서면으로 사전 고지하고 상기 내용에 따라 그 출처를 반드시 기재해야 합니다. 인천광역시교육청의 사전 서면 허가 없이 본 저작물의 재판매 또는 기타 영리적 목적의 재출판을 금지합니다.

2022 초등 기후위기대응 및 생태환경교육 자료집

2022 Handbook of Transformative Pedagogy for Climate Change, Ecological, and Environmental Education

생태 소양과 시스템사고 게임

발행인 인천광역시교육감 조성훈

발행처 인천광역시교육청 창의인재교육과

발행일 2022.12.30.

디자인 제이씨파트너스 www.jc-partners.com

인쇄 • 제작 (주)선명씨앤피 02-797-9590

지도위원

창의인재교육과장 정덕근

기후생태과학교육팀 장학관 한소영

기획

창의인재교육과 파견교사 고재욱

연구 및 편집

한국뉴욕주립대 교수 닐드림슨

한국뉴욕주립대 교수 박가영

창의인재교육과 파견교사 고재욱

학습지도안 집필진(가나다순)

강은진(인천청학초등학교)

권은경(동부교육지원청)

김새롬(인천신선초등학교)

류언정(남부교육지원청)

문윤정(인천시교육청)

문준영(인천청량초등학교)

박소현(강화교육지원청)

정주리(인천공촌초등학교)

이상숙(상인천초등학교)

생태소양과 시스템사고 게임

정창권(시스템리더십교육센터)

전 세계의 학생과 청소년들은 정부와 기업을 상대로 기후위기 대응을 촉구하고 있습니다. 교육 역시 그 책임으로부터 자유로울 수 없습니다. 교육은 더 이상 이 문제의 원인이거나 문제를 확대 재생산하는 곳이 되어서는 안되며, 위기를 극복하는 새로운 배움의 경로를 제시할 수 있어야 합니다.

생태전환교육은 인간을 포함한 생태계의 모든 생명과 모든 인류의 활동이 지구의 생태적 수용능력 안에서 이루어지며 공존과 포용, 지속가능성이 보장되는 문명으로 이끄는 교육이라고 할 수 있습니다.

기후생태환경교육 자료집을 통해 학생들이 생태문명에 대한 이해를 바탕으로 기후위기 등 구조적인 지속불가능성을 인식하고, 생태감수성을 바탕으로 생태계와 공존을 추구하며, 사회-생태전환적 관점을 가지고 지구공동체의 구성원으로서 행동하는데 도움이 되는 교육이 이루어지기를 바랍니다.

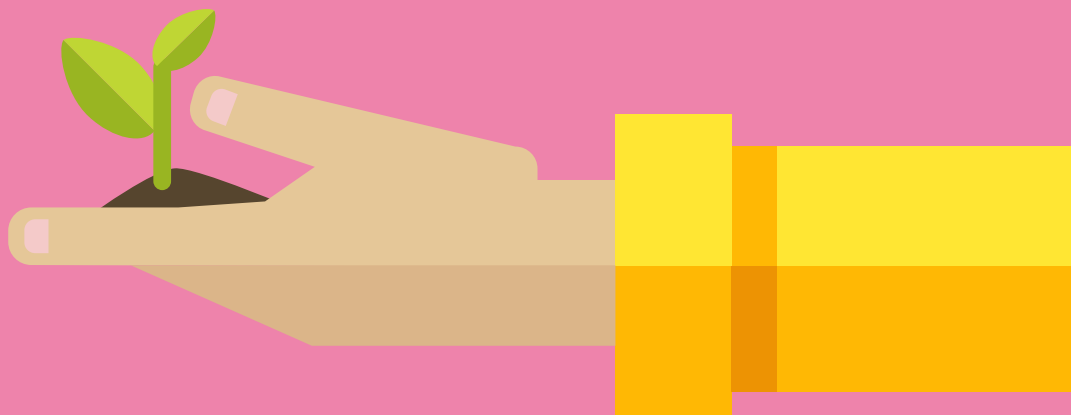
2022.12.

인천광역시 교육감 조성훈



목차

생태 소양과 시스템사고 게임	07
틀락날락 게임	11
틀락날락 게임 지도안	13
메머드 미스터리 게임	23
메머드 미스터리 게임 지도안	26
연결 게임	35
연결 게임 지도안	38
나무 자르고 심기 게임	47
나무 자르고 심기 게임 지도안	49
나무 자르고 심기 게임 활동 자료	58





생태 소양과 시스템사고 게임

게임은 유아·초등 교육에서 매우 관심이 뜨거운 주제다. 놀이와 흥미중심적인 학습이 지적 성장에 영향을 미친다는 듀이의 주장이 큰 영향을 끼쳤다(안미리 외 2020). 따라서, 게임을 교육에 도입할 필요성은 이미 논의 대상이 아니며 게임과 놀이에만 매몰되지 않도록 교육적 효과를 끌어내는 방안이 핵심 주제가 된다. 본 교재는 게임을 활용한 학습모델로서 게임성찰모형(Game-Based Reflexion Model, 이하 GBR 모형)을 활용하여 구성하였다.

본 교재는 생태 소양, 시스템사고,

게임을 다루고 있다.

이 세 가지 용어 중 하나 이상에

관심을 둔 교사가 이 교재를

살펴볼 것이다.

시스템사고는 시스템에 관한 사고를 의미하는 것으로서 시스템적 사고와 다른 개념이다. 시스템적 사고(Systemic Thinking)는 체계적인 사고를 의미하며 대표적인 활동으로 Mindmap 활동을 꼽을 수 있다.

반면, 시스템사고(Systems Thinking, Systemic Thinking)는 시스템의 구성 요소들이 어떻게 상호 작용하며 어떤 변화를 만들어내는지 탐구하는 사고 체계를 의미한다.

그런데 시스템사고를 시스템적 사고라고 잘못 사용하기 때문에 시스템사고를 제대로 이해하는 것을 방해한다. 시스템사고를 체계적으로 배울 기회가 없기 때문에 이런 오해는 깊어진다.

본 교재는 시스템사고의 핵심 개념을 초등학교 수준에서 표현하고 있기 때문에 시스템사고에 관심이 있는 교사에게 좋은 길잡이가 될 것이다.

생태 소양(Ecological literacy, ecoliteracy)은 자연 생태 시스템을 이해하는 능력으로, 시스템사고(Systems thinking) 역량을 가리키기도 한다. 즉, 생태 소양은 자연 시스템이 어떻게 작동하는지, 그리고 모든 생명체가 서로 어떻게 상호의존 및 상호연결 되어 있는지에 대한 지식과 이해다.

가령, 생태 소양은 자연 시스템이 어떻게 생명을 유지시키는지, 그리고 인간은 이러한 시스템과 어떻게 조화롭게 살 수 있는 방법을 모색하는 역량이다(Goleman, et. al., 2012:32-42).

따라서, 시스템사고 관점에서 자연과 교감하고 소통하며, 인류의 과거와 현재를 반성하고, 미래 지향적이고 건강한 인간-자연 관계를 구축하는 것이 생태 소양의 핵심 가치다.

지금까지 생태 소양, 시스템사고, 그리고 게임의 개념과 의미를 간단하게 살펴보았다. 하지만, 이 교재를 선택한 이유를 보다 근본적인 화두와 질문에서 찾기를 바란다.

그것은 “전환”과 “변화”다.

전환은 A에서 B로 바뀌는 것을 의미한다. 따라서, 생태전환교육은 교육을 생태 중심으로 바꾸는 것을 의미한다. 반면, 변화는 바뀌는 과정을 다룬다.

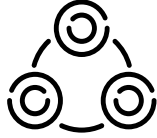
A에서 B로 변한다는 점에서 변화와 전환이 같은 의미라고 볼 수 있지만, 근본적인 차이는 종착지의 유무다. 전환은 바뀌어야 할 B가 있지만, 변화는 과정이기 때문에 목적지가 없다. 한편, 전환은 변화의 원리를 탐색하고 활용해야만 가능하고, 변화는 전환이라는 전략적 목표가 있어야만 실현가능성이 높아진다.

따라서, 전환과 변화는 상호 보완적이라고 할 수 있다. 하지만, 지금까지 전환과 변화 개념을 동등하게 다루지 못했다. 따라서, 본 교재는 변화를 중심으로 생태전환교육의 균형을 맞추고자 한다.

따라서, 이 교재는 변화를 이해하는 방법과 변화를 만드는 방법을 시스템사고를 통해 소개한다. 그리고 이 변화의 소재로 생태·환경·기후변화를 다룬다. 생태·환경·기후변화에서 일어나는 변화는 몇 가지 특징이 있다.



첫째, 변화의 속도와 범위가 생각보다 빠르며 광범위하다(시급성).



둘째, 우리 삶에 전방위적으로 영향을 미친다(간학문적, 융합적 특성).



셋째, 시스템사고에서 설명하는 변화의 특징이 나타난다(핵심 개념의 확장성).

직접 접촉을 해서 생태 시스템 유지 원리를 온몸으로 지각하는 것이다. 본 교재에서는 **연결 게임을 통해서 나와 자연 환경이 연결되어 있다는 것**을 상징적으로 체험하게 된다.

2) 공동체의 지속가능성(Sustainability) 실천과 연결하기

공동체와 더불어 생태계가 상호의존적으로 연결되어 지속가능하도록 도와주려면 다양한 연결 고리 중에서 보다 효과적인 연결 고리를 찾는 노력 즉, 지렛대 효과(Leverage effect)를 극대화하는 방법을 찾아야 한다. 본 교재는 **연결 게임을 심화 학습을 통해서 구체적인 방법**을 찾아볼 수 있다.

3) 보이지 않는 것을 보이게 하기

2022개정 교육과정에서 이전 교육과정보다 생태 전환을 강조하는 가장 큰 이유는 시급성 때문이다. 하지만, 간학문적이고 융합적인 특징을 소홀히 다루는 안 된다. 그 이유는 생태·환경·기후변화가 사회 전반에 미치는 영향은 일방향이 아니라 쌍방향이기 때문이다. 이런 전방위적인 양방향의 영향 관계를 다루기 위해서 간학문적이고 융합적인 접근이 필요한 것이다.

기후 변화의 증거를 기상 이변 이상으로 체험하기 어렵다. 하지만, **메머드 미스터리 게임을 통해 멸종의 구조를 직접 체험** 하면서 멸종 위기종 생물에 대한 관심을 높일 수 있도록 도와준다. 또한, **나무 심고 자르기 게임을 통해 기후 변화를 이해하기 어렵게 하는 자연 효과를 몸으로 체험함으로써 보이지 않은 시스템의 작동 원리를 이해**하도록 안내한다.

한편, 생태전환을 시스템사고로 풀어볼 때 가장 큰 소득은 핵심 개념의 확장성에 있다. 생태·환경·기후변화에는 시스템사고의 모든 비밀이 담겨있다. 따라서, 생태·환경·기후변화에서 발견한 시스템 사고의 원리를 우리 삶 전반에 확장하여 주위에서 발견할 수 있는 변화를 이해하고 바람직한 변화를 만드는데 활용할 수 있게 된다.

4) 의도하지 않은 결과 예상하기

환경오염 물질 발생을 줄이는 노력을 해도 이런 노력과 달리 환경오염 물질이 늘어나는 이유를 **들락날락 게임을 통해서 체험**할 수 있고, **나무 심고 자르기 게임을 통해 자연 효과를 고려하지 않은 문제 해결 노력이 의도와 다른 결과를 만든다는 것**을 이해할 수 있다.

생태전환교육은 시스템사고를 통해서 생태·환경·기후변화의 구조적 특징과 원리를 설명할 수 있게 되었고, 시스템사고는 생태전환교육을 만나서 무미건조한 이론에서 벗어나 생명력을 얻었다. 이처럼 시스템사고는 생태전환교육과 매우 잘 어울린다. Goleman, et. al.(2012:32-42) 역시 생태 소양 개발을 위한 다섯 가지 방법을 제시하는데, 이 다섯 가지 방법은 시스템사고 및 본 교재 내용과 밀접하게 연결되어 있다.

5) 자연이 어떻게 생명을 유지하는지 이해하기

본 교재에서 다루는 네 가지 게임이 시스템의 모든 특징을 소개하지 않지만, 대표적인 특징을 보여주고 있기 때문에 자연이 생명을 유지하는 메커니즘을 이해하기 충분하다. **연결 게임을 통해 연결성을, 들락날락 게임과 메머드 미스터리 게임을 통해 유입량, 유출량, 저장의 관계를, 나무 심고 자르기 게임을 통해 자연 개념을 충분히 체험**할 수 있다. 특히 자연 개념을 통해 미래 세대와 현재 세대와의 공존을 모색할 기회를 제공한다.

1) 모든 형태의 생명과의 공감력(감정 이입) 형성하기

생명체를 직접 접촉해서 공감하고 생태 시스템을 유지시키는 동·식물 역할의 중요성을 이해한다.



들으면 잊어버리고, 보면 기억할 수 있지만, 내가 하면 이해한다.

- 시스템사고 기반 나선형사고 모형 -



본 교재는 게임을 활용해서 시스템사고 교육 효과를 극대화하기 위해 게임성찰모형(Game-Based Reflection model, 이하 GBR 모형)에 따라 설계되었다. GBR 모형은 브루너의 나선형 교육과정에 입각한 교수학습모델로 “나선형” 교육의 핵심을 게임과 성찰에 두고 있다. 게임은 몰입과 성찰을 유도하고 성찰은 다시 학습에 대한 호기심과 학습 동기를 일으킨다(매도스 외 2019:259).

그리는 과정을 활용할 수 있다. 이런 과정이 바로 간학문적이며 융합적인 교육 설계 요소다.

적용 단계에서 시스템사고의 핵심 원리를 생태적인 문제에서 인성적인 문제와 사회 현상에 대한 분석까지 확대한다. 모둠 활동으로 토론 과정을 거쳐서 결과물을 도출해야 하기 때문에 교사의 시간 배분 전략이 중요하다.

응용 단계에서는 미래의 변화를 예측하고 진로와 연결한다. “시스템사고로 자연과 공감하고 소통하며, 인류의 과거와 현재를 반성하고, 미래지향적이고 건강한 인과-자연 관계를 구축하는 것”이 생태 소양의 핵심 가치이기 때문에 응용단계는 생태 소양의 실천 단계라고 할 수 있다.

하지만, 이 모델은 응용 단계에서 다시 놀이 단계로 이어진다. 즉, 학년이 바뀌어서 **다시 놀이를 하면 이전에 비해서 핵심개념에 관한 성찰·적용·응용이 확대된다**는 점을 강조한다. 교사는 “동일한” 게임 일지라도 인지 수준에 따라 성찰과 행동 유발의 내용이 깊어지고 달라지도록 안내하는 역할을 수행한다.

핵심아이디어 및 내용 요소

핵심아이디어	• 시스템사고, 생태 소양
핵심단어	• 생태계의 변화와 우리 삶의 변화에 같은 원리가 있다. • 따라서, 생태계와 우리 삶은 연결되어 있다. • 게임을 통해 시스템의 변화 원리를 익힐 수 있다. • 생태계와 우리 삶을 융합적인 시스템 관점으로 분석할 수 있다. • 생태계와 우리 삶의 문제를 시스템 관점에서 해결할 수 있다.

내용 요소

지식이해 Knowledge 	<ul style="list-style-type: none"> • 시스템의 핵심 개념1: 저장과 유량의 관계 • 시스템의 핵심 개념2: 피드백 • 시스템의 핵심 개념3: 지연 • 상호 작용과 레버리지 • 시스템의 연결성 • 생태계 멸종 구조
과정기능 Skill 	<ul style="list-style-type: none"> • 게임으로 시스템 변화의 원리 체험하기: 저장과 유량, 피드백, 지연 • 게임 결과의 데이터를 관찰하고 기록하며 그래프로 작성하기 • 시스템 변화의 원리를 우리 삶과 생태계에서 찾아보기 • 생태계와 우리 삶의 문제를 시스템사고로 분석하기 • 생태계와 우리 삶의 문제를 시스템사고로 해결 방안 모색하기
가치태도 Attitude 	<ul style="list-style-type: none"> • 생태계 문제와 나의 문제의 공통 원리 및 연결성 공감(감수성) • 데이터 처리에 관한 자신감(논리적·과학적 사고) • 핵심 개념의 확장(발산적 사고) • 시스템 관점으로 문제 분석(분석력) • 시스템 관점으로 문제 해결 방안 제시(효능감 및 실천력)

참고문헌

데니스 매도즈·린다 부스 스위니·질리안 마틴 매허스 (2019)『시스템사고와 함께하는 기후변화 플레이북』 (정창권 역). 서울:지식플랫폼. (원서출판 The Climate Change Playbook. 2016)

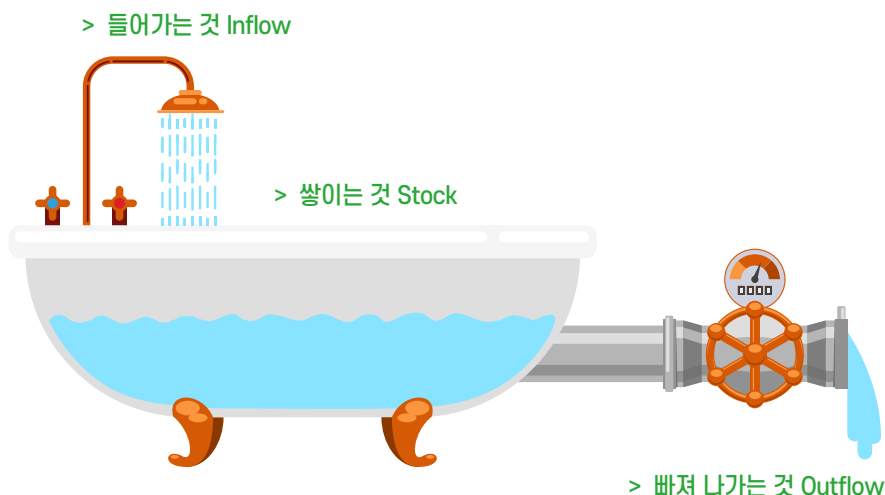
안미라·염주영·김선용·정지연.(2020). 국내 게임기반 학습과 교육 게이미피케이션 설계연구에 대한 체계적 문헌분석. 교육정보미디어연구, 26(3) pp.425-454.

Goleman, D., Bennett, L. & Barlow, Z.(2012) Ecoliterate: How Educators Are Cultivating Emotional, Social, and Ecological Intelligence 1st Edition. San Francisco: Jossey-Bass



들락날락 게임

대기에 있는 온실가스 때문에 기후 변화는 심각해지고 있다. 그래서 전 세계적인 공조와 함께 기업들도 대표적인 온실가스인 이산화탄소 배출량을 줄이는 노력을 하고 있다. 하지만, 기후 변화는 더 심각해 지고 있다. 이런 현상을 어떻게 설명할 것인가? 온실가스 배출량을 줄이는 노력이 무색하게 대기에 있는 온실가스 총량이 증가하고 있기 때문이다. 이런 시스템의 구조를 잘 설명하고 있는 게임이 들락날락 게임이다. 시스템의 변화를 설명할 때 사용하는 핵심 개념이 유량(流量, Flow)과 저장량(貯量, Stock)이다. 욕조 모델로 이 개념을 쉽게 이해할 수 있다.



- > 욕조로 물이 흘러들어가면 욕조의 물은 차오른다.
- > 욕조에서 물이 빠져 나가면 욕조의 물은 줄어든다.



위와 같은 단순한 원리는 저학년도 이해할 수 있다. 이 핵심 원리를 어떻게 확장하는지가 들락날락 게임의 핵심 전략이다. 먼저 욕조를 지구라고 생각하고, 욕조에 쌓이는 물을 온실가스라고 비유한다면, 흘러 들어가는 물은 온실가스 배출량이 된다. 마찬가지로 빠져 나가는 물은 온실 가스 제거량이 된다.

그런데, 지구라는 욕조에 있는 온실가스의 총량이 줄어들려면 온실가스 제거량(유출량流出量, Outflow)이 온실가스 배출량(유입량流入量, Inflow)보다 많아야 한다. 하지만, 제거량이 상대적으로 발생량보다 적다면 누적량은 증가한다.

이것이 바로 각국이 온실가스 배출량을 줄이는 노력이 무색하게 기후 변화가 갈수록 심해질 수밖에 없는 구조적인 이유다. 여전히 발생량이 제거량보다 많기 때문이다.

들락날락 게임은 교실에 구역을 정해서 학생들이 구역 안으로 들어가고 나가는 활동을 여러차례 반복하는 게임이다. 이때, 매 회마다 들어가는 학생 숫자와 나가는 학생 숫자를 여러 가지 경우의 수로 달리할 수 있다. 학생들에게 이산화탄소가 쓰여진 머리띠를 쓰게 하면 배출량과 제거량 그리고 누적량, 감소량을 여실히 느낄 수 있을 것이다.

저학년 수업 전략

기록하고 그래프로 표현하는 학습지 활동을 생략하고 놀이로서 구역(욕조, 지구)안의 숫자가 점점 늘어나고 줄어드는 것을 경험하는 것만으로 충분하다. 학생들이 쉽게 인지할 수 있는 쓰레기를 예로 들면 좋다. 학습 지도 계획을 참고해서 수업을 재구성하면 된다.

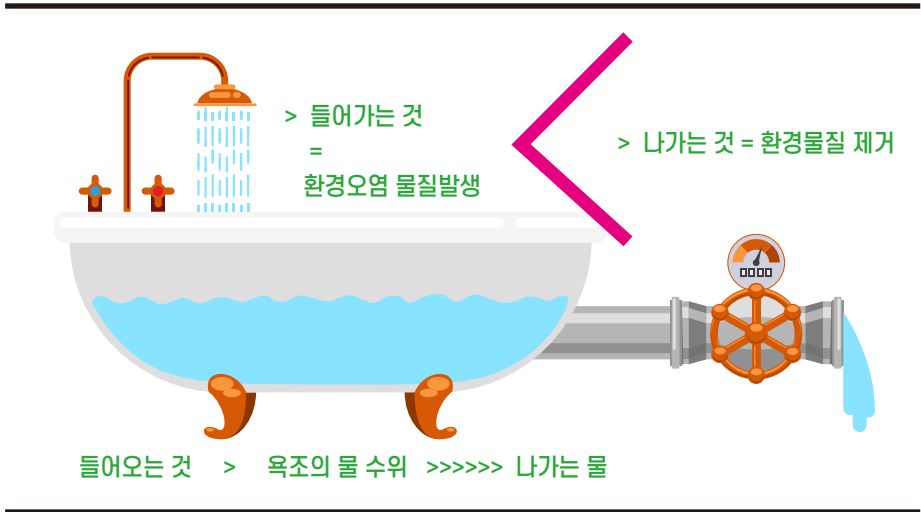
중학년 수업 전략

학습지 활동이 빠를 수 있기 때문에 교사가 판단해서 학습지 활동 여부를 결정한다. 학습지 활동을 안 한다면, 구역(욕조, 지구)으로 들어오는 양이 점점 줄어들어도 구역 안에 누적되는 양은 증가한다는 점만큼은 깨닫게 지도한다. 학습 지도 계획을 참고해서 수업을 재구성하면 된다.

고학년 수업 전략

학습지 활동을 충분히 재미있게 진행할 수 있다. 특히 학습지 4와 5를 진행할 때는 시간을 충분히 보내면서 여유있게 수업으로 풀어내는 것을 권한다. 특히 학습지 5의 경우 쌓이는 것을 먼저 생각하는 것이 중요하다. 쌓이는 것을 물질적인 쓰레기와 환경오염물질 같은 것도 생각할 수 있지만, 시기심, 사랑, 우정, 존경심, 정의심 등 다양한 정서적인 개념도 유도해야 한다. 예를 들어 학생들이 우정을

쌓이는 것으로 선택했다면, 들어오는 물, 즉 우정이 쌓이게 하는 것은 무엇인지 생각하도록 유도하고, 빠져나가는 물, 즉 우정이 줄어들게 하는 것이 무엇인지 생각하도록 유도하면 좋다.



다음은 심화 학습이 가능한 학생들과 할 수 있는 활동이다.

1. 구역(욕조, Stock) 안으로 들어가기만 하고 나가는 학생은 없는 것으로 한다.
2. 들어가는 학생 숫자를 매 회차마다 줄인다.
5명→3명→1명

그러면 구역(욕조, Stock) 안에 있는 학생 숫자는 어떻게 되겠는가?

5명→8명→9명으로 늘어날 것이다.

이 게임을 다음 질문과 연결한다.

1. 구역 안으로 들어가는 학생 숫자가 줄어드는 것은 온실가스 배출량이 점점 줄어든다는 것을 의미합니다. 그러면 온실가스 배출량이 점점 줄어들면 지구라는 욕조에 있는 온실가스는 늘어나나요? 줄어드나요?

(정답: 늘어났다.)

2. 구역 밖으로 나가는 학생은 온실가스가 제거된다는 것을 의미합니다. 그러면 온실가스를 제거하면 지구라는 욕조에 있는 온실가스는 늘어나나요? 줄어드나요?

(정답: 줄어든다.)

3. 지구라는 욕조에 있는 온실가스를 줄이려면 어떻게 해야 하나요?

- 온실가스 배출량을 줄여야 합니다. ☞ 틀림
- 온실가스 제거량을 늘려야 합니다. ☞ 틀림
- 온실가스 배출량보다 제거량을 늘려야 합니다.

4. 쓰레기 종량제는 쓰레기 배출량을 줄이는 행동인가요? 쓰레기를 제거하는 행동인가요?

(정답: 쓰레기 배출량을 줄이는 행동)

5. 쓰레기 종량제 활동만 열심히 하면 쓰레기 총량은 줄어드나요? 늘어나나요?

(정답: 쓰레기는 늘어난다.)

6. 쓰레기 총량을 줄여들게 하려면 어떻게 해야 하나요?

(정답: 쓰레기 제거량이 쓰레기 발생량보다 많아야 한다.)

7. 쓰레기 제거하는 활동에는 어떤 것이 있나요?

(정답: 대표적인 것으로는 매립과 소각. 따라서, 매립과 소각 활동이 제대로 일어나지 않으면 쓰레기 문제를 해결할 수 없다는 논리를 이해해야 한다.)

이 게임의 핵심은 변화량 개념과 누적량 개념을 이해하는 것이다. 이는 미분과 적분의 핵심 개념이다. 따라서, 들락날락 게임은 미분과 적분 게임이다. 또한, 위 질문의 핵심은 **이산화탄소나 쓰레기 같은 환경 오염 물질을 줄이려면 발생량보다 제거량이 커야 한다는 단순한 원리를 이해하는 것이다.**

쓰레기 종량제는 발생량을 줄이는 역할을 한다. 업사이클링, 리사이클링, 재활용 등은 쓰레기를 활용한다는 면에서 제거된다고 볼 수 있지만, 언젠가 다시 쓰레기가 된다. 따라서, 쓰레기가 되는 것을 지연시키는 효과만 있을 뿐이다. 그렇다고 발생량을 줄이는 노력이 잘못됐다는 것은 아니다. 이제는 발생량을 줄이는 노력뿐만 아니라 제거량을 크게하는 노력에도 관심을 가져야 한다.

이것이 종합적인 사고다. 하지만, 환경 오염물질 제거하는 활동에 대해서는 놀랄정도로 무심한 수준을 넘어서 오해가 많다. 쓰레기 소각 기술이 고도화되어 이제는 소각장에서 다이옥신과 같은 오염물질이 안 나오는데도 불구하고 소각장 반대를 외친다. 인천-서울-경기도 사이에 있는 쓰레기 처리 시설에 대한 갈등은 과학적인 영역이 아니라 사회적 갈등 수준으로 발전하고 있다.

교사는 소각 기술과 매립 기술의 현 주소에 대해 진지하게 조사하는 활동을 얼마든지 학생들과 학부모와 함께 할 수 있다.

생태전환학습목표

발생량, 누적량, 제거량
개념을 환경오염물질에
적용하기

핵심아이디어

시스템사고의 핵심 개념인
저량과 유량을 게임으로
체험한다.

내용요소

온실가스 및 쓰레기 문제
외에 우정, 믿음, 사랑 등
주위 삶의 문제에 적용

학습과정

학생 학습 활동

교수 전략

Check Point

도입

동기유발

> '검정토끼' 읽기

- 검정 토끼의 정체는 무엇이었나요?
- 검정비닐 속 쓰레기
- 쓰레기가 계속 쌓이면 어떤 문제가 생길까요?
- 썩지 않는 쓰레기 때문에 땅과 바다가
오염된다.
- 쌓여가는 쓰레기를 줄이기 위해서는 어떻게
해야 할까요?
- 쓰레기를 줄인다
- 쓰레기를 잘 처리한다.

> 자료

검정토끼
<https://www.youtube.com/watch?v=N7q7az7wCqs>



학습 문제 확인

학습문제 : 들락날락 게임을 통해 피드백(순환관계) 알아보기

> 학습 순서 알기

- 학습 내용과 순서를 알아봅시다.
[활동1] 들락날락 게임하기(모둠)
[활동2] 그래프 완성하기(모둠)
[활동3] 쓰레기를 줄이는 방법 제안하기(전체)

전개

기록한 내용을
그래프로
표현하기

> 활동 1 - 들락날락 게임하기

- 들락날락 게임(1) 진행하기



[첫 번째 게임]

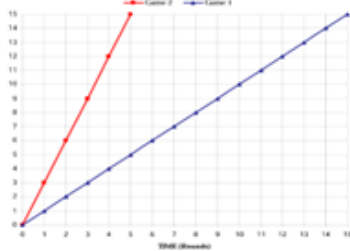
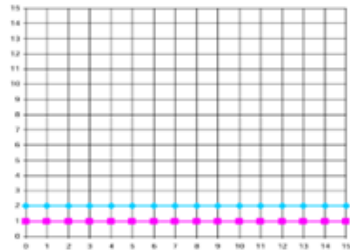
- 게임 시작 시 상자 안엔 0명이 있다.
- 각 라운드마다 두 명씩 새로 들어오고,
한 명이 나간다.












> 자료

- 학습지 1
- 모둠활동

- 게임을 통해 Stock, Inflow, Outflow를
욕조 모델로 체험하도록 유도한다.
- 매 라운드 마다 상자 안의 인원수를 파악
하고 각자의 활동지에 기록해두는 것이
가장 중요한 규칙임을 설명한다.

학습과정	학생 학습 활동	교수 전략	Check Point
전개			
기록한 내용을 그래프로 표현하기	<ul style="list-style-type: none"> • 들락날락 게임(2) 진행하기 [두 번째 게임] 1. 게임이 시작 시 상자 안에 0명이 있다. 2. 각 라운드마다 네 명씩 새로 들어오고, 한 명이 나간다. - 학습지1에 상자 속 사람을 기록하며 게임을 진행하기 		
	<p>> 활동 2 - 그래프 완성하기</p> <ul style="list-style-type: none"> • 구역 안에 남아있는 사람의 수를 그래프로 표현하기 - 모둠별로 학습지 1의 결과를 바탕으로 학습지 2의 그래프 작성하기 • 들어가는 사람과 나가는 사람의 수를 그래프로 표현하기 - 모둠별로 학습지 1의 결과를 바탕으로 학습지 3의 그래프 작성하기 	<ul style="list-style-type: none"> • 학습지 1의 결과를 바탕으로 학습지 2에 그래프를 완성한다. • 다른 색의 펜을 활용하여 두 개의 그래프를 그리도록 한다. 예를 들어, 첫 번째 게임 결과는 파란색, 두 번째 게임 결과는 붉은 색의 펜으로 나타내게 한다. 	<p>> 자료</p> <ul style="list-style-type: none"> • 학습지 2 • 학습지 3
	<p>> 활동 2 - 쓰레기를 줄이는 방법 제안하기</p> <ul style="list-style-type: none"> • 그래프에서 구역 안에 남아있는 사람의 수는 어떻게 나타나나요? - 계속 늘어난다. • 들어가는 사람과 나가는 사람의 수는 어떤 차이점이 있나요? - 들어가는 사람보다 나가는 사람이 적다. • 구역 안에 남아있는 사람은 무엇을 뜻할까요? - 쌓여가는 쓰레기 • 들어가는 사람과 나가는 사람은 무엇을 뜻할까요? - 만들어지는 쓰레기와 처리되는 쓰레기 • 모둠별로 쌓여가는 쓰레기를 줄이거나 제거할 수 있는 방법을 협의하여 봅시다. - 쓰레기 발생량을 줄인다. - 버려진 쓰레기는 최대한 재활용한다. - 이왕이면 계속 재활용이 가능하도록 같은 종류별로 분리배출한다. • 협의한 내용을 발표하여 봅시다. 	<p>[구역 안에 남아있는 사람의 수]</p>  <p>[들어가는 사람과 나가는 사람의 수]</p>  <ul style="list-style-type: none"> • 들어가는 사람과 나가는 사람은 매 회마다 일정하므로 모양을 달리하거나 다른 색으로 그래프에 표현하도록 한다. • 심화 개념 확장(선택 사항): Inflow를 줄인다는 것만으로 Stock이 줄지 않는다. 즉, 쓰레기 발생량을 줄인다는 것만으로는 쓰레기 총량(stock)은 줄지 않고 늘어나는 효과가 있다. 쓰레기 총량이 줄어들게 하기 위해서는 쓰레기 제거량이 발생량을 동시에 살펴봐야 한다. 그래서 제거량이 발생량보다 많아야 한다. inflow와 outflow를 동시에 고려하면서 stock의 변화를 관찰하는 것이 이것이 종합적인 사고다. 	

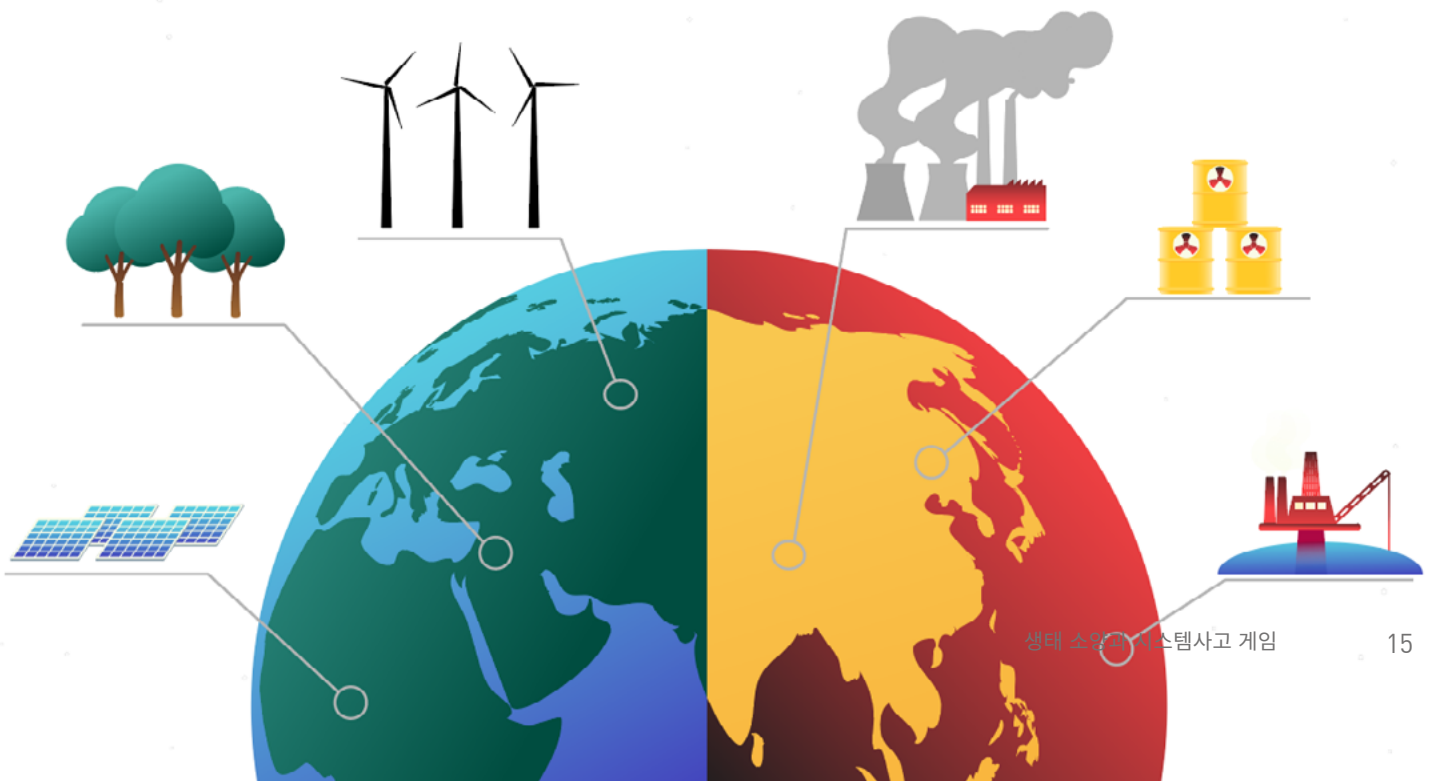
학습과정	학 생 학 습 활 동	교수 전략	Check Point
정리			
학습 정리	<p>> 다른 사례에 적용하기</p> <ul style="list-style-type: none"> 무언가 쌓이게 하려면 공급량과 빠져나가는 양의 차이가 있어야 합니다. 쓰레기 외에 육조 그림을 통해 순환하는 것에는 어떤 것이 있을까요? - 모둠별로 학습지 5 작성하기 작성한 표를 모둠별로 발표하여 봅시다. - 모둠별로 발표하기 	<ul style="list-style-type: none"> Stock, Inflow, Outflow 개념을 일상적인 소재로 확대한다. 	<p>> 자료</p> <ul style="list-style-type: none"> 학습지 5

성취기준		성취수준		
		상	중	하
지식 • 이해	누적량과 발생량/제거량과의 관계를 설명할 수 있다.			
과정 • 기능	게임을 통해 자신의 생각을 (재)정립할 수 있다.			
가치 • 태도	생태계 문제와 나의 문제의 공통 원리를 이해하고 연결성을 공감한다.			

“

우리의 지구는 살아있는 시스템으로 작동합니다. 살아있는 시스템은 인간과 여러 생물종들이 잘 살아갈 수 있는 환경을 만들어 냅니다. 만약 야생동물과 자연이 줄어들거나 야생동물의 이동이나 자연적 과정이 붕괴된다면 지구는 이전과 같은 방식으로 작동할 수 없게 됩니다.

”



1 학습지



학년 반 번 이름

첫 번째 게임

횟수	구역 안에 있는 사람	들어가는 사람	나가는 사람
처음 상황			
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			

두 번째 게임

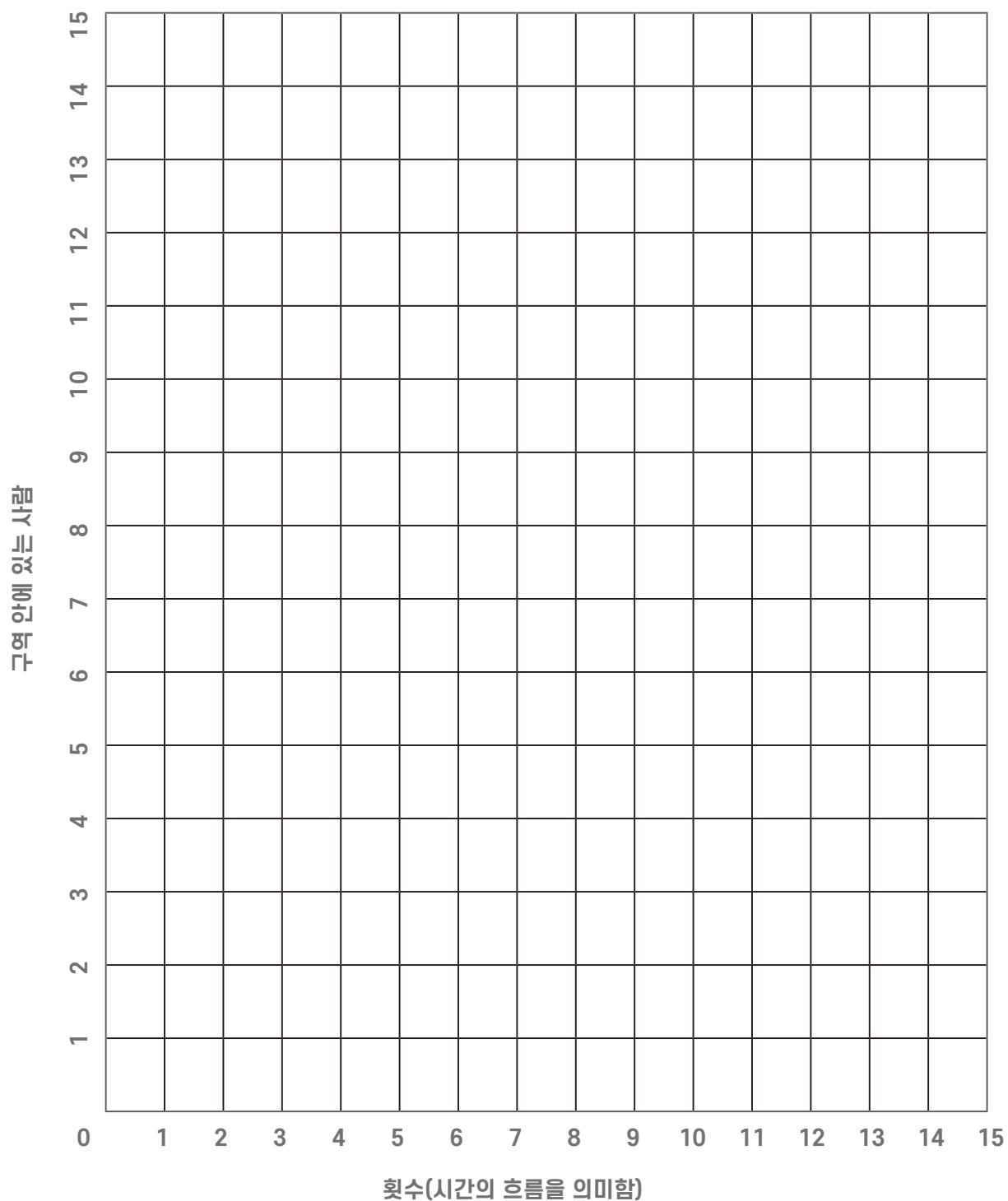
횟수	구역 안에 있는 사람	들어가는 사람	나가는 사람
처음 상황			
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			

2 학습지



학년 반 번 이름

그래프 그리기 - 쌓이는 모습(Stock)



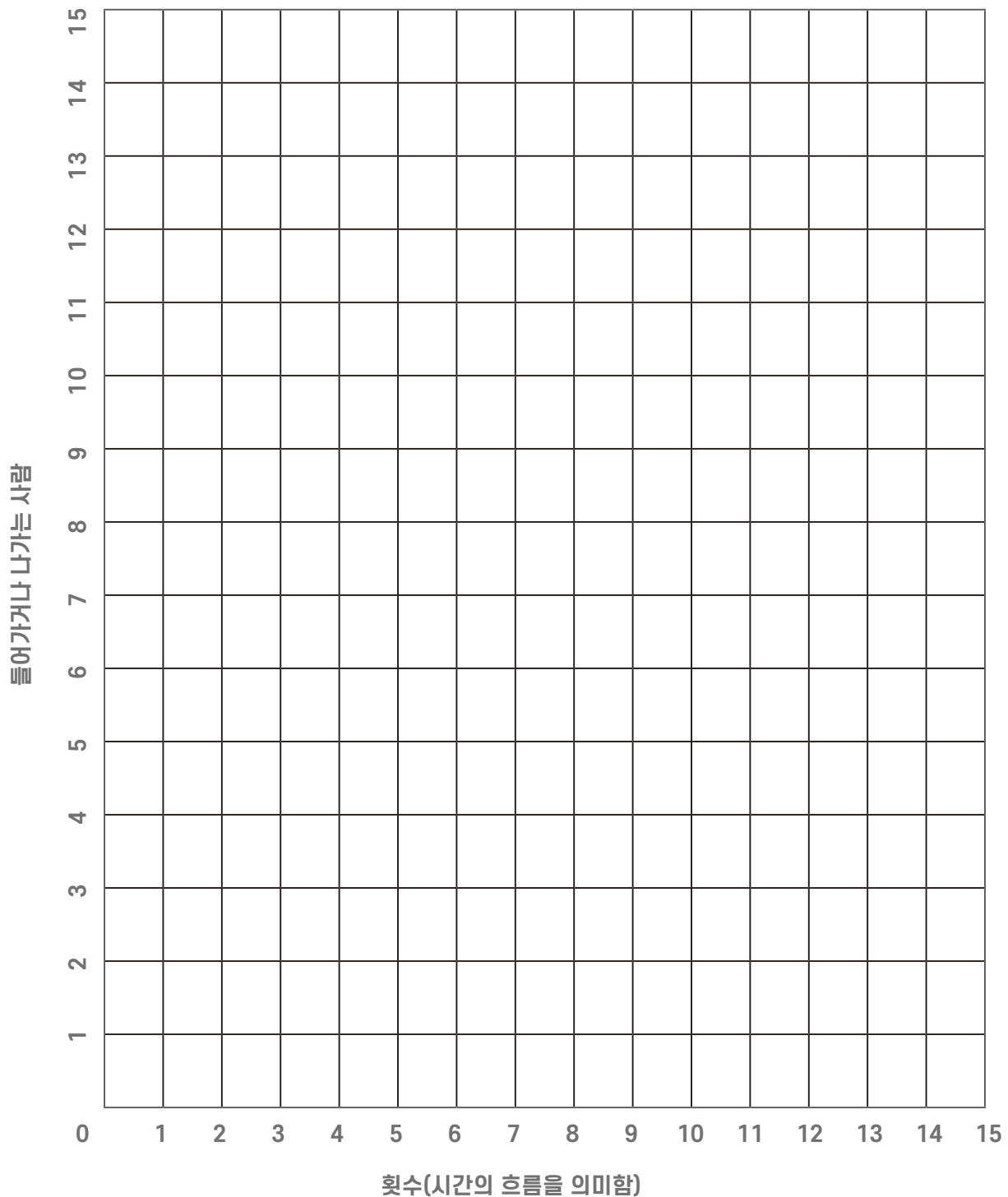
3 학습지



학년 반 번 이름

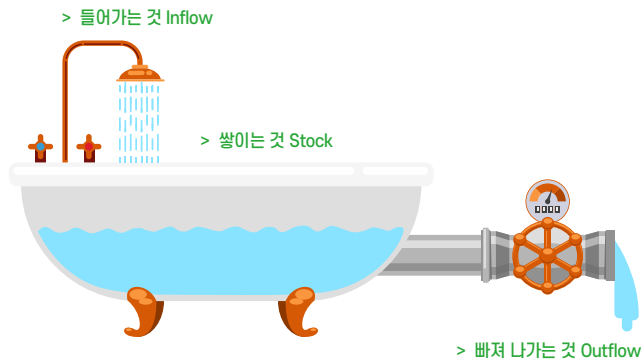
그래프 그리기 - 들어가는 사람(Inflow) 표시 :

나가는 사람(Outflow) 표시 :



4 학습지

학년 반 번 이름

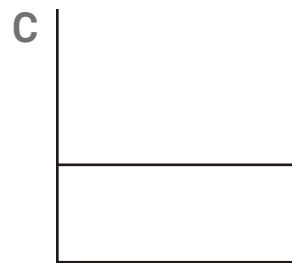
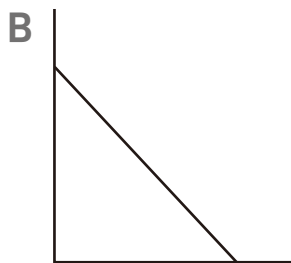
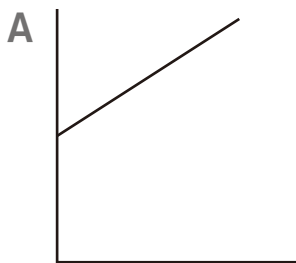


쌓이는 것이 쓰레기라면 들어가는 것은
쓰레기가 발생하는 것이고,
빠져 나가는 것은 쓰레기가 제거되는 것입니다.

> 쓰레기가 어떻게 발생하는지 적어 봅시다.

> 쓰레기가 어떻게 제거되는지 적어 봅시다.

> 만약 쓰레기가 쌓이는 모습이 아래와 같은 모습이라면 그 이유는 무엇입니까?



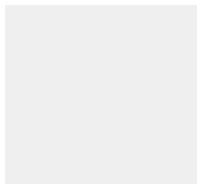
- 쓰레기 발생하는 양과 쓰레기 제거하는 양이 같다(?)
- 쓰레기 발생하는 양보다 쓰레기 제거하는 양이 많다(?)
- 쓰레기 발생하는 양과 쓰레기 제거하는 양이 적다(?)

5 학습지

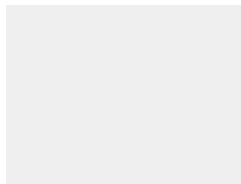
학년 반 번 이름

무언가 새로 들어가면 쌓이고, 무언가 빠져나가면 쌓였던 것이 줄어듭니다.

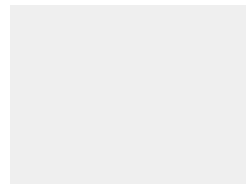
쌓이는 것은 어떤 것이 있을까요? 우정, 사랑, 나무, 환경 오염물질, 쓰레기 등 다양하게 생각할 수 있습니다.
또 없을까요? 그리고 쌓이는 것을 변하게 하는 들어가는 것과, 빠져 나가는 것들은 어떤 것들이 있나요?



> 들어가는 것



> 쌓이는 것



> 빠져 나가는 것



번호	들어가는 것	쌓이는 것	빠져나가는 것

참고문헌

• Quaden, Rob & Ticotsky, Alan(2009) The Shape of Change including Stocks and Flows. Cleative Learning Exchange. 중 [In and Out Game]

• 데니스 메도즈·린다 부스 스위니·질리안 마틴 매허스 (2019)『시스템사고와 함께하는 기후변화 플레이북』(정창권 역). 서울:지식플랫폼. (원서출판 The Climate Change Playbook. 2016) 중 [목조 게임]

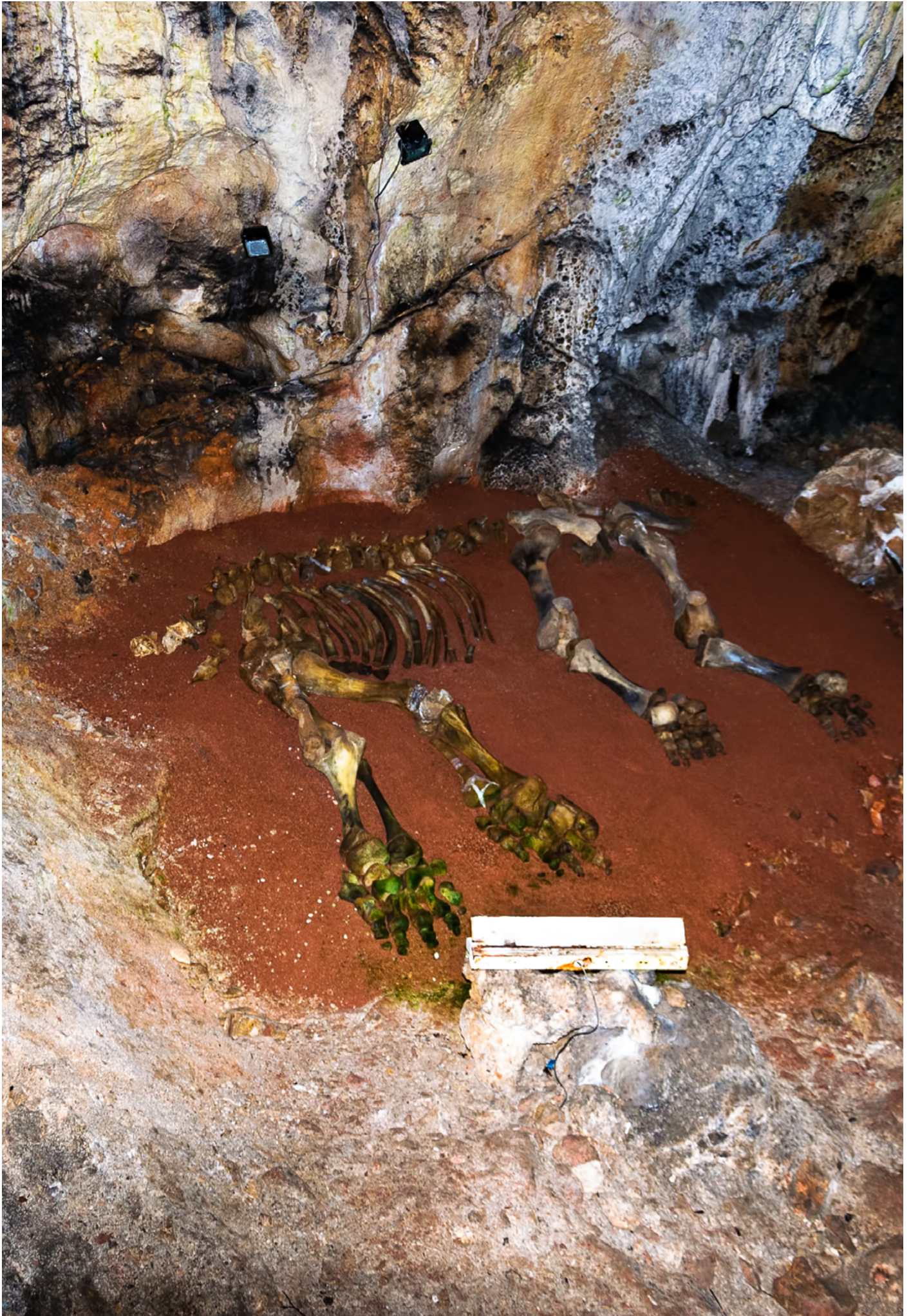
• 참고 사이트 www.clexchange.org

영화 <아바타>의 대사는 우리가 지구 환경에
보다 관심을 가져야 하는 이유를 명료하게 말해준다.

" 우리는 자연을 이루는 하나의 구성원일 뿐이다. "

자연과 인간이 오래도록 맺어왔던 관계를 회복했을 때
비로소 인간과 자연은 건강한 공존을 이룩할 수 있다.

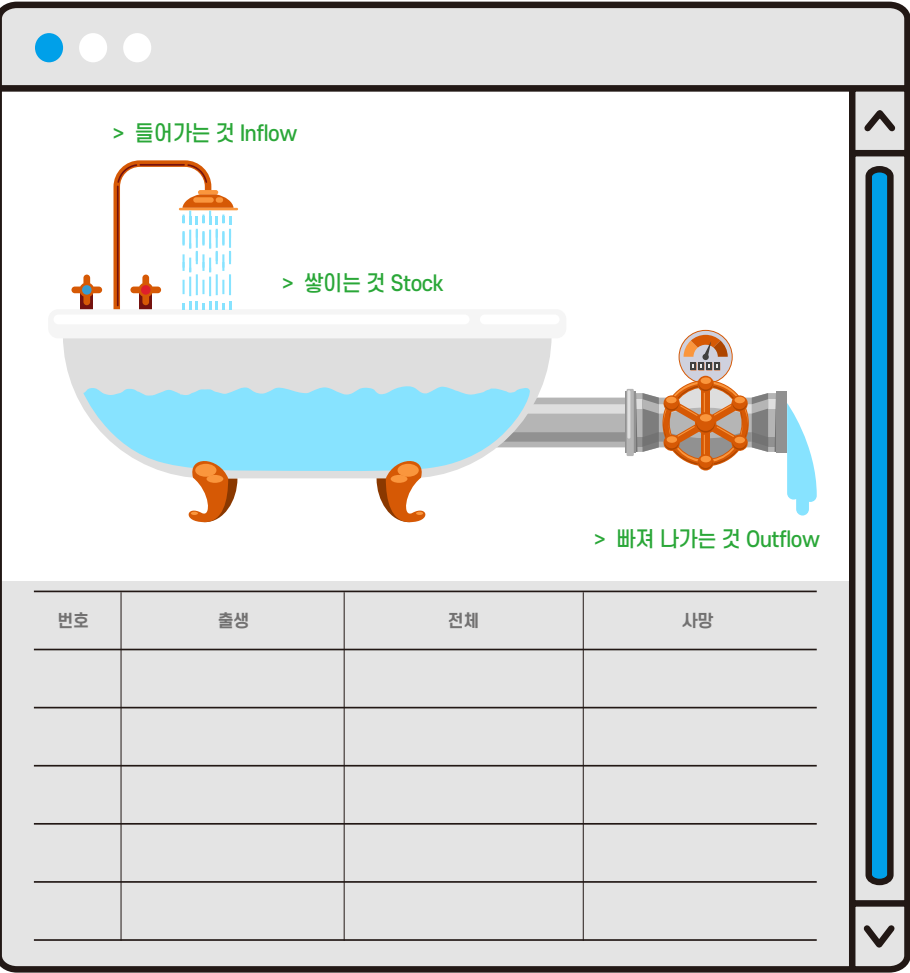




메머드 미스터리 게임

이 게임은 메머드 멸종이라는 생태학의 문제와 데이터를 처리하는 수학과 과학의 영역과 함께 이야기를 재 구성하는 인문학적인 요소가 결합되어 있다.

이 게임은 메머드 한 마리를 주사위 하나로 간주하고, 여러 개의 주사위를 던져서 무작위로 나오는 주사위 숫자를 통해 새롭게 태어나는 메머드 수, 죽어나가는 메머드 수, 그대로 유지되는 메머드 수를 결정한다. 이 게임은 들락날락 게임에서 다뤘던 욕조 모델의 연장선이다. 욕조에 들어가는 물은 새롭게 태어나는 메머드(유입량, Inflow)이고, 욕조에서 빠져나가는 물은 죽어나가는 메머드(유출량, Outflow)이며, 욕조에 쌓이는 물은 그대로 유지되는 메머드가 된다. 따라서, 교사는 칠판에 다음과 같이 유량과 저장의 개념을 그리고 게임을 진행하면 더 좋다.



이 게임은 자신이 마치 메머드를 키우는 느낌을 주기 때문에 몰입도가 매우 높아진다. 참고 자료에 언급한 EBS 다큐프라임, “한반도의 메머드” 영상 자료를 보면 더욱 실감한다. 그래서 메머드를

살리고 더 많은 메머드를 키우고 싶은 마음이 너무 앞서서 죽는 메머드를 표시하는 주사위 숫자를 태어나는 메머드 숫자로 바꾸는 일이 자주 발생한다. 따라서, 교사는 정직하게 게임을 해야 하는 이유를 여러번 반복해야 한다. 학생들에게 강조해야 할 게임의 목적은 메머드가 점점 많아지는지 줄어드는지를 관찰하는 것이다.

학생들이 지나치게 몰입을 해서 게임을 위한 게임이 될 가능성도 있지만, 그래도 게임의 몰입도를 올리기 위해서 교사는 약간의 감정을 섞어서 추임새를 넣어 주면 좋다.



위의 사진은 죽은 메머드를 교사에게 전달할 때 “이렇게 많이 죽었냐? 안타깝구나.”하면서 추임새를 넣는 모습이다.

게임을 좀더 정교하게 진행하려면 역할을 정할 때 관찰자, 출생 담당, 사망 담당을 정하면 좋다. 관찰자는 동료 학생이 정직하게 하는지 아닌지를

감시하는 역할을 하며, 출생 담당은 흠뻑려진 주사위 중에서 출생에 해당하는 메머드만 찾고, 사망 담당은 사망에 해당하는 메머드만 찾게 한다.

그리고 모둠별로 매 회차마다 출생과 사망을 의미하는 주사위 개수가 정해지면 출생을 의미하는 주사위와 사망을 의미하는 주사위를 교사에게 보여주어야 한다. 예를 들어 숫자 1이 윗면에 나온 주사위가 3개라면 태어나는 메머드가 3마리가 되는 것이고, 교사가 3마리를 추가해 주어야 한다. 하지만, 교사는 먼저 죽은 메머드 주사위를 받은 다음에 태어난 메머드 수에 맞는 주사위를 추가해야 한다. 유입량(출생)과 유출량(사망)을 구분하는 연습이어야 하는데 더하고 뺀 나머지만 교사에게 보고하면 교육 목적이 무색해진다.

이 게임이 다루는 핵심 개념은 들락날락 게임에서 다른 육조 모델에 하나가 추가된다. 바로 피드백(되먹임, 순환) 관계다. 아래 그림은 피드백 개념을 육조 모델에 반영한 확장된 육조 모델이다.

위 표현은 모두 앞에 있는 독립변수가 많아지는 상황이지만, 반대로 독립변수가 줄어드는 상황에 대입하면 같은 논리가 적용되어 종속변수의 결과는 반대가 된다.

이 글을 보는 교사 입장에서는 쉬운 듯 어렵게 느껴질 것이다. 한 번도 생각해 보지 않은 순환 논리를 접했기 때문이다. 평소에 사용하지 않은 생각의 근육이기 때문에 연습이 필요하다. 하지만, 본 교재에서 다루는 네 개의 게임으로는 피드백 논리를 충분히 연습할 수 없다.

따라서, **피드백 개념을 중심으로 다루지 않는 것이 좋다.** 초등학교에서는 위 피드백의 원리가 반영된 결과물을 관찰하고 즐기는 수준이면 충분하다.

이 게임에서 사용하는 두 번째 숨겨진 원리는 확률이다. 본 교재는 두 가지 게임 규칙을 소개하고 있다.

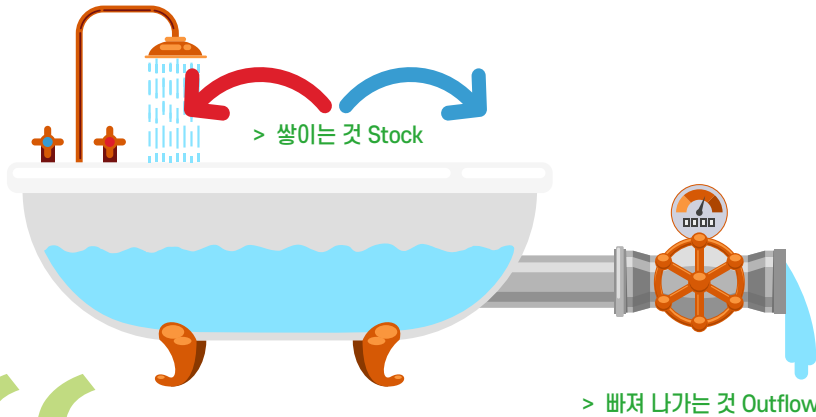
첫 번째 게임 규칙에서 숫자 1이 나오면 태어나는 메머드, 2나 3이 나오면 죽는 메머드를 의미한다.

두 번째 게임 규칙에서는 숫자 1이 나오면 태어나는 메머드, 2, 3, 4 숫자가 나오면 죽는 메머드를 의미한다.

따라서, 각 게임 규칙에서 태어나는 확률은 모두 $1/6$ 이지만, 죽어나가는 확률은 $2/6$ 과 $3/6$ 이 된다. 하지만, 확률 개념을 전면으로 내세워 지도할지 여부는 교사가 잘 판단해야 한다.

학생들이 확률 개념에 익숙한지의 여부, 또는 기타 수업에서 확률 개념을 다루기 때문에 연계할 가능성이 있는지를 따져봐야 한다.

> 들어가는 것 Inflow



> 쌓이는 것 Stock

> 빠져 나가는 것 Outflow

- > 개체 수가 많으면 많을수록 태어나는 개체가 많아진다.
- > 개체 수가 많으면 많을수록 죽어나가는 개체 역시 많아진다.

위 논리를 그림에서 화살표로 시각화한 것이다. 다시 들락날락 게임에서 사용한 논리와 결합해 보자.

- > 태어나는 개체수가 많으면 많을수록 전체 개체수는 많아진다.
- > 전체 개체수가 많아지면 질수록 태어나는 개체수는 많아진다.

- 죽어나가는 개체수가 많으면 많을수록 전체 개체수는 줄어든다.
- 전체 개체수가 많아지면 질수록 죽어나가는 개체수는 많아진다.

매머드 미스터리 게임은 위에서 언급한 피드백과 확률이 작동 원리이기 때문에 매머드 전체 개체 수가 급격히 줄어드는 현상을 경험하게 된다. 이를 그래프로 표현하면 변화의 형태는 다양하더라도 결국에는 멸종을 피할 수 없다.

저학년 수업 전략

학생들이 직접 기록하고 그래프로 표현하는 학습지 활동을 생각하고 놀이로서 주사위를 굴린 결과를 교사가 칠판에 적어서 결과가 달라지는 것만 관찰 하도록 해도 충분하다. 교사는 매 회차 학생들이 들고 오는 ①죽은 매머드 수와 ②태어난 매머드 수를 순서대로 칠판에 적고, 당해 회차의 살아남은 매머드 숫자를 학생들과 같이 계산해서 칠판에 적는다.

살아남은 매머드 = 지난 회차의 매머드 수 -
①죽은 매머드 수 + ②태어난 매머드 수

그리고 위에 언급한 인문학적 상상력을 가미하는 활동은 포함하면 좋을 것이다.

중학년 수업 전략

학습지 활동이 빠를 수 있지만, 교사가 판단해서 적절히 학습지 활동을 조율하면 된다. 즉, 학습지 활동을 어느 수준까지 학생에게 맡길 것인지를 교사가 결정한다. 학습 지도 계획을 참고해서 수업을 재구성하면 된다.

고학년 수업 전략

학습지 활동을 충분히 재미있게 진행할 수 있다. 차시를 추가해서 여유있게 수업으로 풀어내는 것을 권장한다.

인문학적 상상력 가미.



학생들이 두 번째로 재미있게 참여하는 순서다. 매머드 개체수의 변화 시점마다 어떤 일이 있었는지를 학생들의 상상력으로 채워서 발표하는 것이다.

천적인 검치호랑이가 출몰해서 많은 매머드가 죽었다, 먹을거리가 풍부한 지역으로 대이동을 해서 매머드 숫자가 늘었다, 매머드끼리 종족 싸움을 해서 많이 죽었다, 우주 운석이 떨어져서 매머드가 갑자기 몰살됐다, 매머드들이 작전을 잘 짜서 포식자인 검치 호랑이를 물리쳤다, 등 다양한 이야기를 만들어 볼 수 있다.

교사는 정답이 있는 활동이 아니라는 점을 강조 하면서 학생들의 상상력의 나래를 활짝 펼쳐주면 된다. 학생들은 이런 활동을 통해서 변화 감수성을 키울 수 있다.



생태전환학습목표

생태계 멸종 과정 조사하기

핵심아이디어

시스템사고의 핵심 개념인
피드백(순환관계)을 게임으로
체험한다.

내용요소

생물의 멸종 구조와
총인구의 변화에 적용

학습과정

학생 학습 활동

교수 전략

Check Point

도입

동기유발

> 동영상<한반도의 매머드> 시청하기

- 동영상 속 매머드에게 일어난 일 발표하기
- 매머드 포식자, 먹이, 무리를 지어 생활하는 등 매머드의 특징 이야기 나누기

- 동영상의 내용, 학생의 발표와 관련지어 푸른 초원에서 평화롭게 살고 있던 매머드가 왜 멸종하였을지 생각해보도록 한다.
- 자연스럽게 학습 문제로 이어지도록 오늘 수업이 매머드 멸종 이유를 게임을 통해 생각해보는 수업임을 소개한다.

> 자료

EBS <한반도의 매머드>
동영상 자료



학습 문제 확인

학습문제 : 매머드 게임을 통해 피드백(순환관계) 알아보기


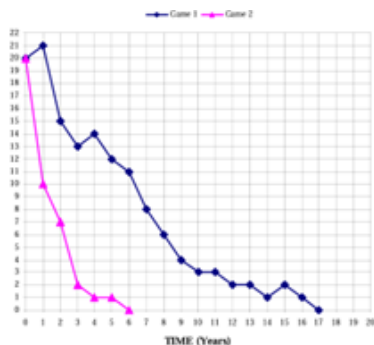
> 학습 순서 알기

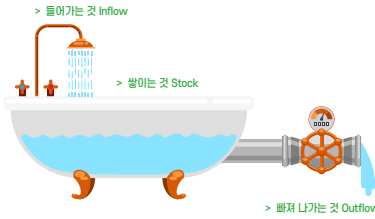









- 학습 내용과 순서를 알아봅시다.
- [활동1] 매머드 게임하기(모둠)
- [활동2] 그래프 완성하기(모둠)
- [활동3] 상상한 이야기 발표하기(전체)

> 유의점

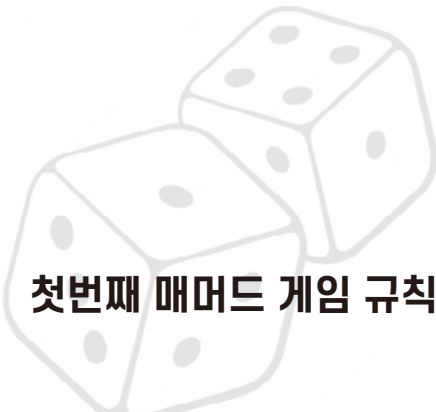
첫 번째 활동에서 매머드 게임을 하며 표를 그리고 표를 활용해 두 번째 활동에서 그래프를 완성함을 설명한다.



학습과정	학생 학습 활동	교수 전략	Check Point
전개			
매머드 게임 설명	<p>> 활동 1 - 매머드 게임하기</p> <ul style="list-style-type: none"> 매머드 게임 방법 알아보기 <div style="background-color: #ffffcc; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p>[게임 방법]</p> <ol style="list-style-type: none"> 상자를 흔들어 20개의 주사위(=매머드)를 던진다. 게임규칙(학습지1)을 보며 새로 태어나는 매머드, 죽는 매머드 수를 확인한다. <p>예) 20개의 주사위 중</p> <ul style="list-style-type: none"> 눈 1이 6개 → 6마리 탄생 눈 2, 3이 4개 → 4마리 사망 눈 4, 5, 6이 10개 → 10마리 생존 <ol style="list-style-type: none"> 교사에게 나와 탄생한 매머드의 수만큼 주사위를 받고, 사망한 매머드 수만큼 주사위를 반납한다. 표(학습지3)에 매머드 수를 기록한다. </div> 	<ul style="list-style-type: none"> 일반적인 보드게임과 다르게 주사위가 게임도구이면서 동시에 게임의 말(매머드)로 활용된다. 학생이 헛갈리지 않도록 게임 방법을 차근차근 설명한다. 총 두 개의 게임(각 20라운드씩)으로 이루어져 있으며 1-2라운드까지 교사가 모든 모듬의 주사위 눈의 수를 확인하여 모든 학생이 게임을 이해하도록 돕는다. 20개의 주사위를 준다는 것은 20개의 매머드에서 시작한다는 것을 설명한다. 모듬원별 역할을 나누어 게임을 진행하도록 한다. <div style="background-color: #ffffcc; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p>1번 : 태어난 매머드 수 세기 2번 : 게임 공정 평가하기 3번 : 학습지 3(표) 기록하기 4번 : 사망한 매머드 수 세기</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> 매머드가 왜 사라졌는지 그 이유를 생각해 주어 게임을 하도록 한다. 	<p>> 자료</p> <ul style="list-style-type: none"> 학습지 1, 2, 3 (학습지 1과 2를 양면 출력하여 모듬별로 1-2개씩 제공, 학습지 3은 모듬별 하나씩 제공) 모듬별 주사위(소) 25개, 모듬별 박스 1개 (A4 상자 뚜껑 크기 적당) <p>> 유의점</p> <ul style="list-style-type: none"> 매머드를 살리기 위해서 주사위 눈의 수를 조작하지 않도록 지도한다. 게임의 공정성 확인을 위해 스마트기기로 사진 촬영을 할 수 있다.
게임하며 표에 기록하기	<ul style="list-style-type: none"> 매머드 게임(1) 진행하기 <ul style="list-style-type: none"> 학습지 1의 규칙에 따라 게임을 진행하며 표에 매머드 수 기록하기 매머드 게임(2) 진행하기 <ul style="list-style-type: none"> 학습지 2의 규칙에 따라 게임을 진행하며 표에 매머드 수 기록하기 	<ul style="list-style-type: none"> 매머드 게임(2)는 게임(1)과 방법은 같으나, 주사위 눈금4가 나왔을 경우의 규칙만 달라진다. 생존에서 인간 사냥꾼에 의한 죽음으로 바뀐다. 매머드가 죽음을 당할 확률이 높아지는 것이다. 	<ul style="list-style-type: none"> 교사가 주사위를 주거나 받으면서 출생과 사망의 수를 계속 반복 언급하며 출생과 사망이 매머드의 수에 영향을 끼치고 있다는 것을 자연스럽게 느끼게 한다.
표를 그래프로 변환하기	<p>> 활동 2 - 그래프 완성하기</p> <ul style="list-style-type: none"> 첫 번째 게임 결과를 학습지 4 (눈금이젤패드)에 꺾은선 그래프로 그리기 두 번째 게임 결과를 학습지 4 (눈금이젤패드)에 꺾은선 그래프로 그리기 	<ul style="list-style-type: none"> 다른 색의 펜을 활용하여 두 개의 그래프를 그리도록 한다. 예를 들어, 첫 번째 게임 결과는 붉은색, 두 번째 게임 결과는 파란색의 펜으로 나타내게 한다. 	

학습과정	학 생 학 습 활 동	교수 전략	Check Point	
전개				
인문학적 상상력 동원하기	<p>> 활동 3 - 상상한 이야기 발표하기</p> <ul style="list-style-type: none">그래프에서 개체 수가 급감, 급증하는 부분을 찾아 표시하기표시한 부분의 원인을 이야기로 만들어 발표하기<ul style="list-style-type: none">- 예) 이 부분에서 매머드 수가 줄어든 것은 갑자기 날씨가 추워져서 매머드의 먹이가 사라졌기 때문입니다.다른 모둠의 발표 경청하기	<ul style="list-style-type: none">포스트잇을 활용해 그래프에 상상한 내용을 적을 수 있다.실물화상기를 사용하거나 칠판에 직접 그래프를 부착하여 그래프를 보며 발표하게 한다.	<p>> 자료</p> <ul style="list-style-type: none">학습지4(3M 눈금 이젤 패드, 508*610mm) 눈금 이젤 패드를 활용하면 그래프를 그리고, 칠판에 붙여 발표하기에 적합하다.	
정리				
학습 정리	<p>> 학습 내용 정리하기</p> <ul style="list-style-type: none">모둠별로 학습지5 작성하기욕조 그림을 통해 피드백(순환관계) 정리하기 <p>> 다른 생물 생태계에 적용하기</p> <ul style="list-style-type: none">매머드뿐 아니라 다른 생물 생태계도 이와 같습니다. 여러 생물 생태계에 영향을 끼치는 요인에는 무엇이 있습니까?- 생물의 탄생, 죽음, 환경 등과거 지구에 살던 동식물 중은 매머드와 같이 멸종되어 버린 종(공룡 등) 발표하기현재 지구에 사는 동식물 중 개체 수가 줄어들고 있는 동식물 (멸종위기야생동식물)을 발표하기	<ul style="list-style-type: none">아래 욕조 그림을 활용해 Inflow와 Stock, Outflow와 Stock의 상호작용 (물 유입량, 저장되는 물, 방출량의 관계)을 설명하고 학생이 직접 매머드 게임에서의 각 변인이 무엇인지 찾아 발표한다. <div><div>Inflow: 태어나는 매머드 Stock: 살아있는 매머드 Outflow: 죽은 매머드</div></div>	<p>> 자료</p> <ul style="list-style-type: none">학습지4(3M 눈금 이젤 패드, 508*610mm) 눈금 이젤 패드를 활용하면 그래프를 그리고, 칠판에 붙여 발표하기에 적합하다. <p>> 유의점</p> <ul style="list-style-type: none">매머드 게임을 통해 시스템사고의 핵심 개념인 피드백(순환과정)을 체득하는 것이 목표이므로 학생의 수준에 따라 피드백(순환관계)에 대한 설명 수준을 조절할 수 있다.스마트기기로 검색해 멸종위기 야생동식물을 찾을 수 있다.	
성취기준				
		성취수준		
		상	중	하
지식 • 이해	생태계 멸종 구조를 누적량과 발생량/제거량과의 상호작용(피드백)으로 설명 할 수 있다.			
과정 • 기능	게임을 통해 생태계의 멸종 과정을 이해할 수 있다.			
가치 • 태도	데이터 처리에 관한 자신감을 얻고 생태계 파괴의 위험을 공감한다.			

학년 반 번 이름

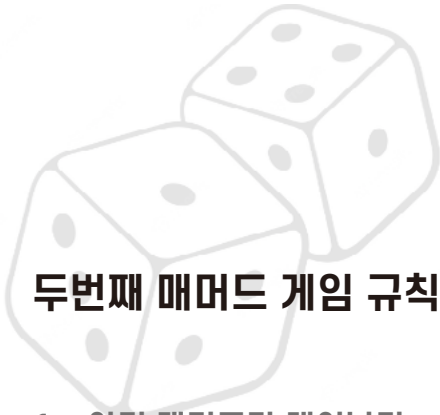


첫번째 매머드 게임 규칙

- 1 = 아기 매머드가 태어난다.
- 2 = 먹이사슬 사냥꾼 동물에게 매머드 한 마리가 죽는다.
- 3 = 매머드 한 마리가 굶어 죽는다.
- 4 = 매머드 한 마리가 1년은 더 산다.
- 5 = 매머드 한 마리가 1년은 더 산다.
- 6 = 매머드 한 마리가 1년은 더 산다.



학년 반 번 이름



두번째 매머드 게임 규칙

- 1 = 아기 매머드가 태어난다.
- 2 = 먹이사슬 사냥꾼 동물에게 매머드 한 마리가 죽는다.
- 3 = 매머드 한 마리가 굶어 죽는다.
- 4 = 사냥꾼 인간에게 매머드 한 마리가 죽는다.
- 5 = 매머드 한 마리가 1년은 더 산다.
- 6 = 매머드 한 마리가 1년은 더 산다.



3 학습지



학년 반 번 이름

첫 번째 게임

년	매머드 수		
	출생	총 개체 수	사망
시작	20		
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			

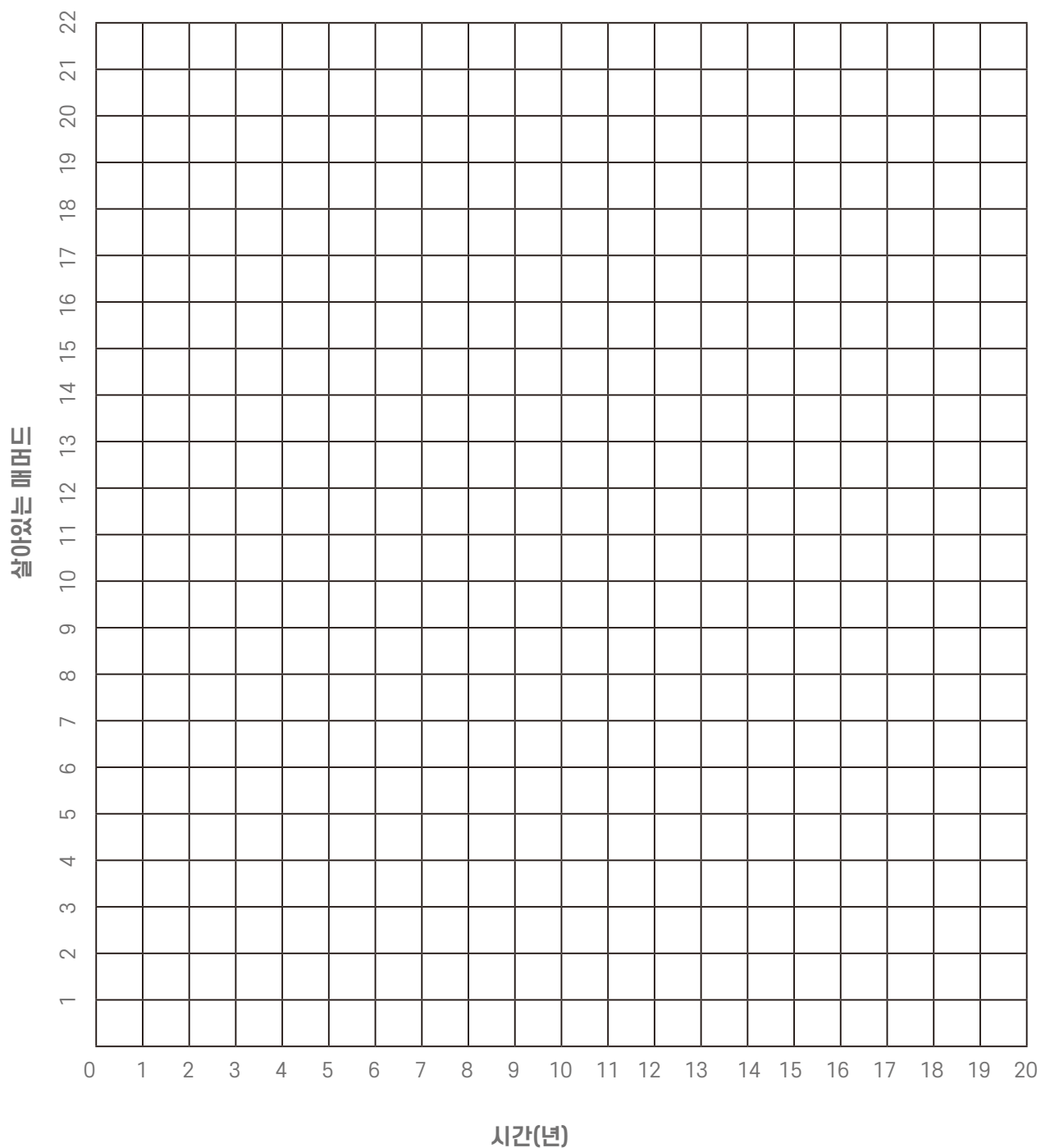
두 번째 게임

년	매머드 수		
	출생	총 개체 수	사망
시작	20		
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			

4 학습지

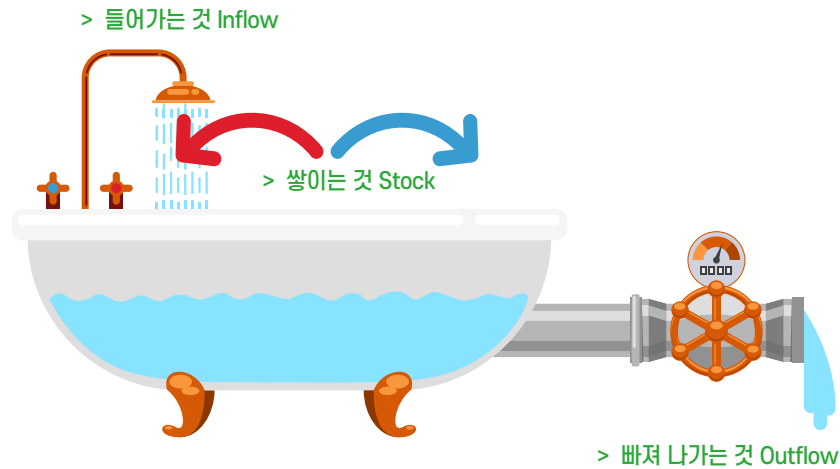


학년 반 번 이름



5 학습지

학년 반 번 이름



매머드가 태어나면 전체 매머드 숫자는 어떻게 되나요?

매머드가 죽으면 전체 매머드 숫자는 어떻게 되나요?

전체 매머드 숫자가 많아지면 태어나는 매머드 숫자는 어떻게 될까요?

전체 매머드 숫자가 줄어들면 죽는 매머드 숫자는 어떻게 될까요?

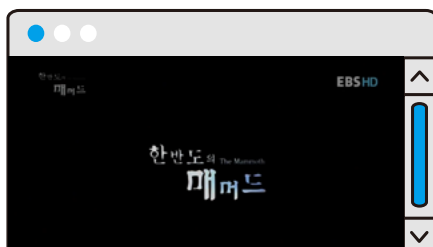
쌓이는 것과 들어가는 것이 서로 영향을 주고 받습니다.

빠져 나가는 것과 들어가는 것이 서로 영향을 주고 받습니다.

이렇게 영향을 주고 받는 것을 더 찾아볼까요?

번호	들어가는 것	쌓이는 것	빠져나가는 것

참고문헌

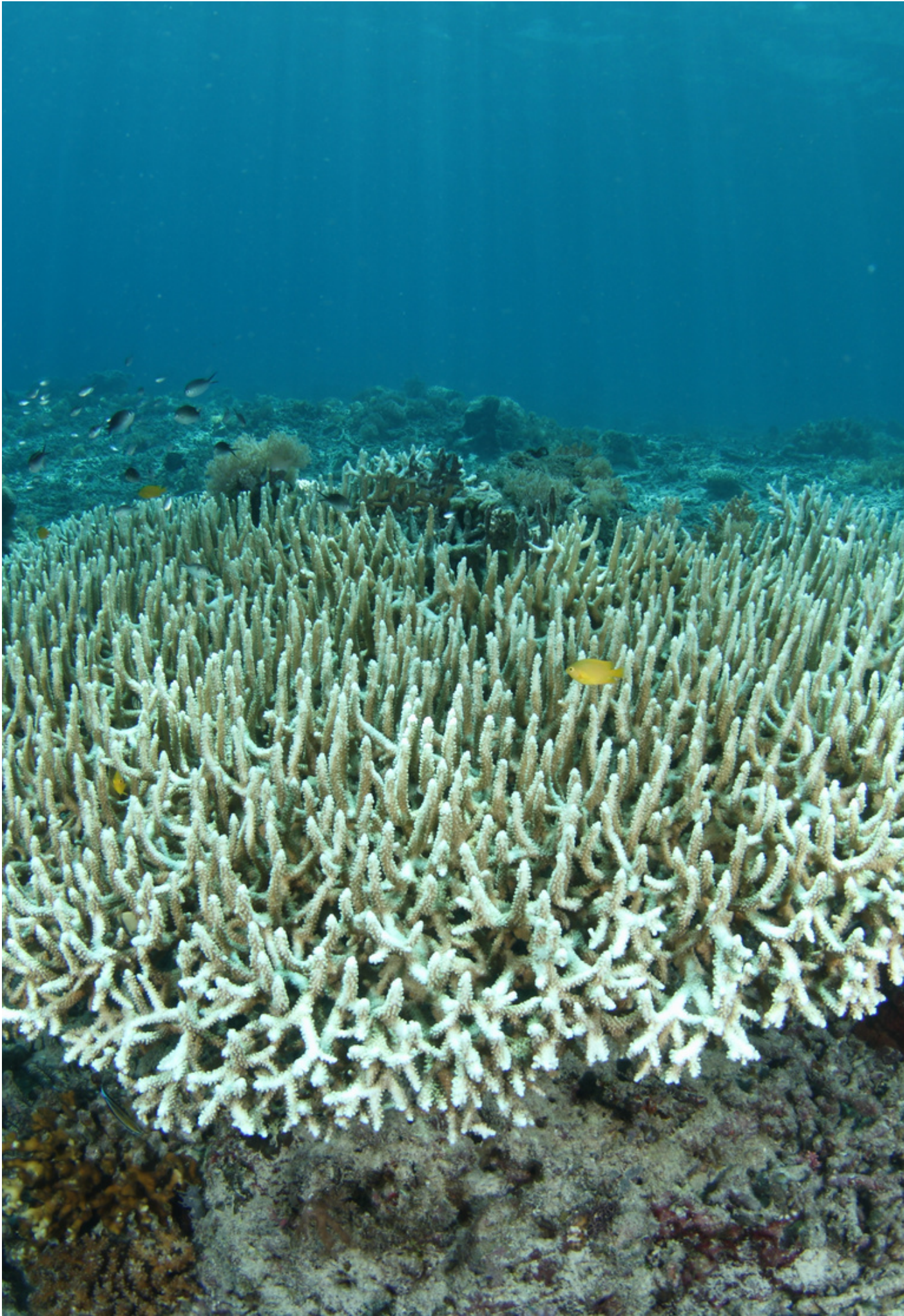


제 목 EBS 다큐프라임 - 한반도의 매머드 1부
 사이트 <https://www.youtube.com/watch?v=UoGoilfw4>

> 매머드 멸종의 단서를 제공하는 영상.
 검치호랑이가 매머드를 사냥하는 모습과 살기 좋은
 환경에서 살고 있는 매머드 무리를 보면서 매머드가
 살고 있는 다양한 환경을 이해할 수 있음.

• Quaden, Rob & Ticotsky, Alan(2009) The Shape
 of Change including Stocks and Flows. Cleative
 Learning Exchange. 중 [The Mammoth Game]

• 참고 사이트 www.clexchange.org



연결 게임

연결 게임은 시스템의 작동 원리 중에서 가장 핵심 개념인 피드백과 피드백을 통해 작동하는 상호작용을 다룬다. 따라서, 이 게임은 생태·환경·기후변화·사회·경제·정치 등 모든 분야에 적용할 수 있는 개념을 다룬다.

이 게임은 내가 직접 선택한 두 사람이 이동할 때마다 내가 같이 이동하는 것이다. 하지만, 그 두 명도 다른 두 사람을 선택해서 이동한다.

따라서, 비록 나는 두 사람을 선택했지만, 나에게 영향을 주는 사람은 더 많을 수밖에 없다. 따라서 움직이기 직전에 학습지1에서 언급한 다음 질문을 던지는 것은 매우 중요하다.



> 질문1:

내가 선택한 두 사람이 나에게 영향을 주는 건가요? 내가 두 사람에게 영향을 준 건가요?

(답: 두 사람이 나에게 영향을 준다.)

> 질문2:

나에게 영향을 준 사람은 몇 명인가요? (답: 두 사람 이상)

한 번에 6명씩 게임을 진행하면 적당하며 6명이 게임을 진행할 때 소요되는 시간은 1~2분이면 충분하다. 따라서, 교실에 있는 모든 학생들이 6명씩 나눠서 진행하는 시간은 길지 않다.

다만, 연결 게임을 하는 과정에서 만들어진 연결성을 시각화하고 시사점을 도출하는 과정에 교사가 세심한 주의를 기울여야 한다.

모두 경험을 한 뒤에 대표 6명에게 1번~6번까지 번호를 부여해서 학습지2 활동부터 시작한다. 학생은 학습지 2와 3을 개별적으로 수행한다. 이 학습지 활동을 통해 확인할 수 있는 것은 동일한 구조에서 다양한 연결 구조가 나올 수 있다는 점이다.

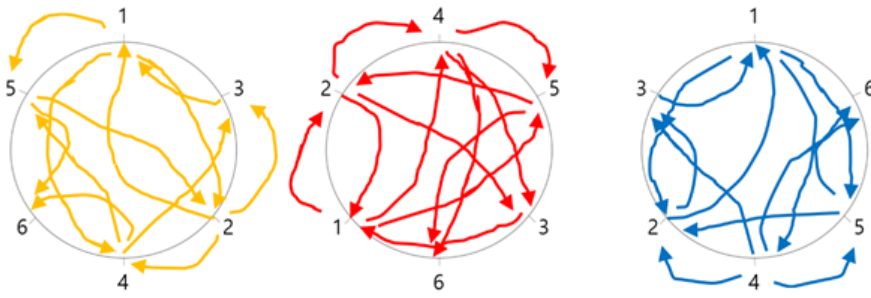
대표 6명을 선정해서 포스트잇 같은 종이에 한 사람에게 하나씩 번호를 부여한 다음 같은 방식으로 두 사람을 선택하고 움직이게 한다. 그리고 각자가 선택한 번호를 오른쪽 그림처럼 확인했다고 가정한다. 영향의 방향을 화살표로 표현한 것을 교사가 확인하면 모든 학생의 학습지2는 같은 내용으로 채워져야 한다. 즉, 영향을 주는 구조는 동일하다는 것을 의미한다.

번호	선택한 번호	영향 방향 (→)
1	2	2 → 1
	3	3 → 1
2	1	1 → 2
	5	5 → 2
3	4	4 → 3
	2	2 → 3
4	1	1 → 4
	2	2 → 4
5	4	4 → 5
	1	1 → 5
6	4	4 → 6
	5	5 → 6

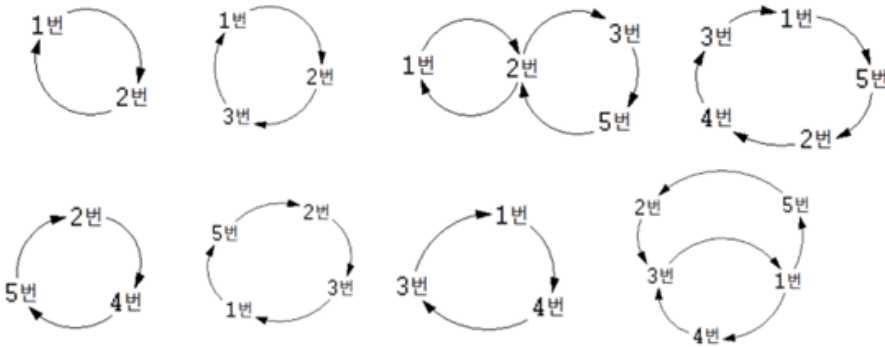
그리고 학습지 3에 있는 원에 숫자를 표현할 때 옆사람과 다른 순서로 표시하라고 하면 된다. 교사도 칠판에 원을 그리고 교사가 원하는 순서로 1번부터 6번까지 숫자를 원 위에 적는다.

그리고 학습지2에서 나온 영향 방향을 하나씩 그리면서 진행하는데, 이때 그림 하나 그리고 모두 같이 그렸는지 확인하는 방식으로 단계를 밟아서 정확히 그리는 것이 중요하다.

각자 다른 순서로 원 위에 숫자를 나열했기 때문에 최종 결과물은 아래 그림처럼 다른 결과물이 표현된다. 단지 두 사람을 선택했고, 두 사람으로부터 영향을 받는 구조이지만, 결과는 복잡계가 만들어진 것이다. 따라서, 실제 우리 주위에 있는 시스템은 매우 복잡한 구조를 보일 수밖에 없다는 것을 간접적으로 체험한 것이다.



학습지 4는 위에서 발견한 복잡계 구조에 있는 피드백을 찾는 과정이다. 이 활동이 핵심은 모든 영향 관계가 일방향이 아니라 여러 경로를 거쳐서 피드백(순환)되어 돌아온다는 것이다. 즉, 상호작용을 피드백 관계로 이해하는 것이다. 다음 피드백은 위 예시에서 도출할 수 있는 것들이다.



저학년은 학습지1 수준에서 활동 중심으로만 진행한다. 저학년인 경우에는 안전을 최우선으로 학생들이 천천히 이동하도록 지도하는 것이 중요하다.

중학년은 학습지2까지 진행하되 학습지3은 교사가 주도하는 것이 좋을 것이다. 반면, **고학년**은 학습지1~4 모두를 소화할 수 있다.

본 게임에서 학생들은 무작위적으로 움직이게 된다. 게다가 천천히 이동하는 것을 강조해도 뛰어다니게 된다. 따라서, 안전을 최우선으로 해야 한다.



“

과학자들은 이대로라면
2030년에는 북극의 여름에 얼음이 없고
2050년에는 북극곰의 3분의 1이
사라질 것 이라고 발표했다.

하지만, 기후변화는 단순히
북극곰만의 문제가 아닙니다.
폭염과 한파, 가뭄, 태풍 등의 이상기후로
인간에게도 재앙이 된 기후변화.

기후변화를 막는 것은 북극곰을
지키는 것뿐만 아니라 우리의 문제를
해결하기 위한 일이다.

”



“

얼음이 녹아 사라지고 있는
비정상적인 상황에서 시간이 지남에 따라
유전적 고립과 근친교배로
유전적 다양성이 떨어져
'근교퇴화' 현상으로
유전적 질환 발병 위험이 증가해
종의 멸종 위험이 더욱 악화되었다.

코알라는 산불로 인한 서식지 파괴로
오랜 시간 동계 교배가 이루어졌다.
이로 인해 질병에 취약해져
2050년 멸종 위기에 처해진
'멸종위기' 종이다.

”



생태전환학습목표

나와 생태계와의 연결성
탐색하기

핵심아이디어

시스템사고의 핵심 개념인
피드백(순환관계)과 상호작용을
게임으로 체험한다.

내용요소

생태계와 나/사회/문명과의
피드백과 상호작용을 이해
한다.

학습과정

학생 학습 활동

교수 전략

Check Point

도입

동기유발

> 사진 보며 게임 주제 생각하기



- ‘연결’ 또는 ‘상호작용’등의 키워드를
학습자로부터 이끌어내는 활동이다.

> 자료

‘연결’과 관련된 다양한 이미지
자료도 좋다.

- 이번 시간에 함께 할 게임은 위의 게임과 공통
점이 있습니다.

어떤 게임일지 상상해 봅시다.

- 거미줄 게임 같아요.

- 원으로 모여서 할 것 같아요. 등

학습 문제 확인

학습문제: 연결게임을 통해 상호 작용의 의미를 경험한다.

> 학습 순서 알기 (게임 진행 - 학습 정리)

> 유의점

학년별 수준에 맞게 학습문제
변형 제시가 필요하다.

전개

게임 규칙
이해하기

> 게임 방법과 규칙 인지하기

- 모둠별로 원을 만들어 봅시다.
(모둠당 6명 정도가 적절하다.)

<게임 규칙>

1. 각자 2명을 선택한다.
2. 교사의 신호에 따라 자신이 선택한 2명과
‘같은 거리’에 있는 지점으로 이동한다.

- 규칙 인지 확인을 위해 직접 시범
활동을 한다.
- 저학년은 번호를 정해주지 않고 <학습지
1>활동만 진행한다.아래 두 질문에 대해
함께 이야기해보고 환경 문제 뿐만 아니라
학급 문제로도 확장시켜 토의를 진행할
수 있다.

> 질문1: 내가 선택한 두 사람이 나에게
영향을 주는 건가요? 아니면, 내가
두 사람에게 영향을 준 건가요?

> 질문2: 나에게 영향을 준 사람은 모두
몇 명 인가요?

> 자료

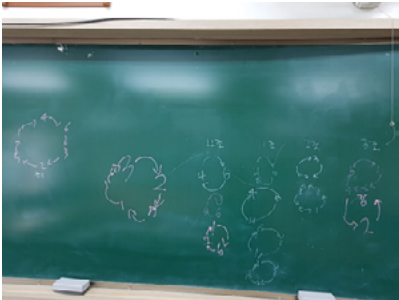
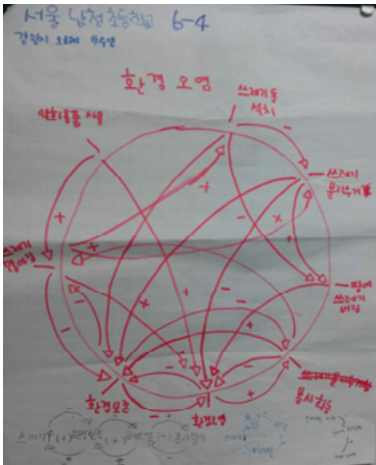
- 학습지1
- 모둠당 1~6 숫자가 적힌 라벨










> 유의점

- 장소가 협소한 경우 모둠별로
순차 진행한다.

- 안전에 유의하도록 안내한다.

학습과정	학생 학습 활동	교수 전략	Check Point																																	
전개																																				
게임 체험하기	<div><div>> 몸으로 체험하기</div><div><div>• 놀이에 필요한 각자의 번호를 확인합니다. (교사는 모둠 내 학생 개인 번호를 정해서 알려준다. 학생들은번호가 적힌 포스트잇이나 라벨지를 몸에 붙인다.)</div><div>• 선생님이 ‘시작’이라고 신호를 주면 반드시 천천히 움직이도록 합니다. 시작! - 1~2분 정도 진행</div></div></div>																																			
기록한 내용을 그림으로 시각화 하기	<div><div>> 활동 내용을 정리하기</div><div><div>• 학습지 2를 각자 해결해 봅시다. - 예시 자료</div><table><tr><th>번호</th><th>선택한 번호</th><th>영향 방향 (→)</th></tr><tr><td rowspan="2">1</td><td>2</td><td>2 → 1</td></tr><tr><td>3</td><td>3 → 1</td></tr><tr><td rowspan="2">2</td><td>1</td><td>1 → 2</td></tr><tr><td>5</td><td>5 → 2</td></tr><tr><td rowspan="2">3</td><td>4</td><td>4 → 3</td></tr><tr><td>2</td><td>2 → 3</td></tr><tr><td rowspan="2">4</td><td>1</td><td>1 → 4</td></tr><tr><td>2</td><td>2 → 4</td></tr><tr><td rowspan="2">5</td><td>4</td><td>4 → 5</td></tr><tr><td>1</td><td>1 → 5</td></tr><tr><td rowspan="2">6</td><td>4</td><td>4 → 6</td></tr><tr><td>5</td><td>5 → 6</td></tr></table></div><div>> 그림으로 시각화하기</div><div><div>• 학습지2를 참고해서 학습지3을 해결해 봅시다. - 이 때 원 위에 1번부터 6번까지 숫자를 무작위로 나열하도록 지도하는 것이 중요하다. 즉, 동일한 시스템 구조를 다른 관점으로 기록하게 된다.</div><div>예시)</div><div></div></div></div>	번호	선택한 번호	영향 방향 (→)	1	2	2 → 1	3	3 → 1	2	1	1 → 2	5	5 → 2	3	4	4 → 3	2	2 → 3	4	1	1 → 4	2	2 → 4	5	4	4 → 5	1	1 → 5	6	4	4 → 6	5	5 → 6	<div><div>- 학습지3에 활동지2번 기록내용을 그릴 때는 동그스름하게 그리는 것이 좋다. 순환관계 시각화를 유도하는 것이 목적이다.</div><div>- 학습지3 활동을 어려워하는 경우, 교사가 학생들과 함께 예시 활동을 직접 해도 좋다. 칠판에 원을 그리고 1~6번 번호를 임의로 부여한 다음에 학생들이 한 명씩 나와서 그리게 한다.</div></div> <div>예시)</div> <div></div>	<div>> 자료</div> <div><div>• 학습지2, 실물화상기</div><div>> 자료</div><div><div>• 학습지2, 3</div></div></div>
번호	선택한 번호	영향 방향 (→)																																		
1	2	2 → 1																																		
	3	3 → 1																																		
2	1	1 → 2																																		
	5	5 → 2																																		
3	4	4 → 3																																		
	2	2 → 3																																		
4	1	1 → 4																																		
	2	2 → 4																																		
5	4	4 → 5																																		
	1	1 → 5																																		
6	4	4 → 6																																		
	5	5 → 6																																		

학습과정	학생 학습 활동	교수 전략	Check Point
정리			
학습 정리	<p>> 학습 내용 정리하기</p> <ul style="list-style-type: none"> • 학습지 4 활동을 해 봅시다. - 피드백 개념 이해하기 - 아래처럼 전체활동으로 진행한다.  <ul style="list-style-type: none"> • 내가 한 행동이 내게로 다시 돌아온 경우를 떠올려 보고 활동지에 적어 봅시다. (예시: 언어 습관, 정리정돈 습관, 환경 문제 등 다양한 주제로 확장해서 생각할 수 있다.) 	<p><발전,심화></p> <p>환경 문제 중 하나를 선택해서 학생들과 아래와 같이 연결성 및 상호작용을 찾아 볼 수 있다.</p> 	<p>> 자료</p> <ul style="list-style-type: none"> • 학습지 <p>> 유의점</p> <ul style="list-style-type: none"> • 실물화상기 • 교사가 선택한 모듬의 자료로 다함께 찾아보는 전체활동으로 진행하며, 피드백 상황을 찾은 학생들에게 칭찬,독려하는 분위기 조성이 필요하다.

성취기준		성취수준		
		상	중	하
지식 • 이해	시스템의 복잡한 연결성을 설명할 수 있다.			
과정 • 기능	게임을 통해 나와 생태계의 연결성을 이해할 수 있다.			
가치 • 태도	생태계 문제 해결을 나로부터 시작하는 태도를 취한다.			



1 학습지



학년 반 번 이름

오늘은 우리가 몸을 움직이면서 서로 영향을 주고 받는 것이 복잡하게 연결되어 있다는 것을 체험합니다.
그리고 이런 상호작용을 화살표로 표현하겠습니다.

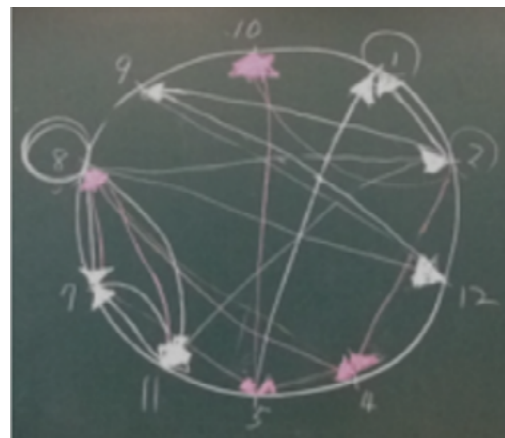
규칙은 세 가지입니다.

1. 두 사람을 선택하고 나는 두 사람과 같은 거리라고 생각하는 곳으로 이동합니다.
즉, 내가 이등변 삼각형 꼭지점이 되는 곳으로 이동합니다.



2. 천천히 이동해야 합니다. 안 그러면 다칠 수 있습니다.
3. 기다렸다가 한꺼번에 이동하는 것이 아닙니다. 내가 선택한 학생이 이동하면 계속 이동해야 합니다.

- > 질문1 : 내가 선택한 두 사람이 나에게 영향을 주는 건가요? 내가 두 사람에게 영향을 준 건가요?
- > 질문2: 나에게 영향을 준 사람은 몇 명인가요?



2 학습지



학년 반 번 이름

여섯 사람이 각자 선택한 번호를 기록하고, 영향을 준 방향을 화살표로 표시해 봅시다.

번호	선택한 번호	영향 방향 (→)
1		
2		
3		
4		
5		
6		

예시.

번호	선택한 번호	영향 방향 (→)
1	2	2 → 1
	3	3 → 1
2	1	1 → 2
	5	5 → 2
3	4	4 → 3
	2	2 → 3
4	1	1 → 4
	2	2 → 4
5	4	4 → 5
	1	1 → 5
6	4	4 → 6
	5	5 → 6

3 학습지

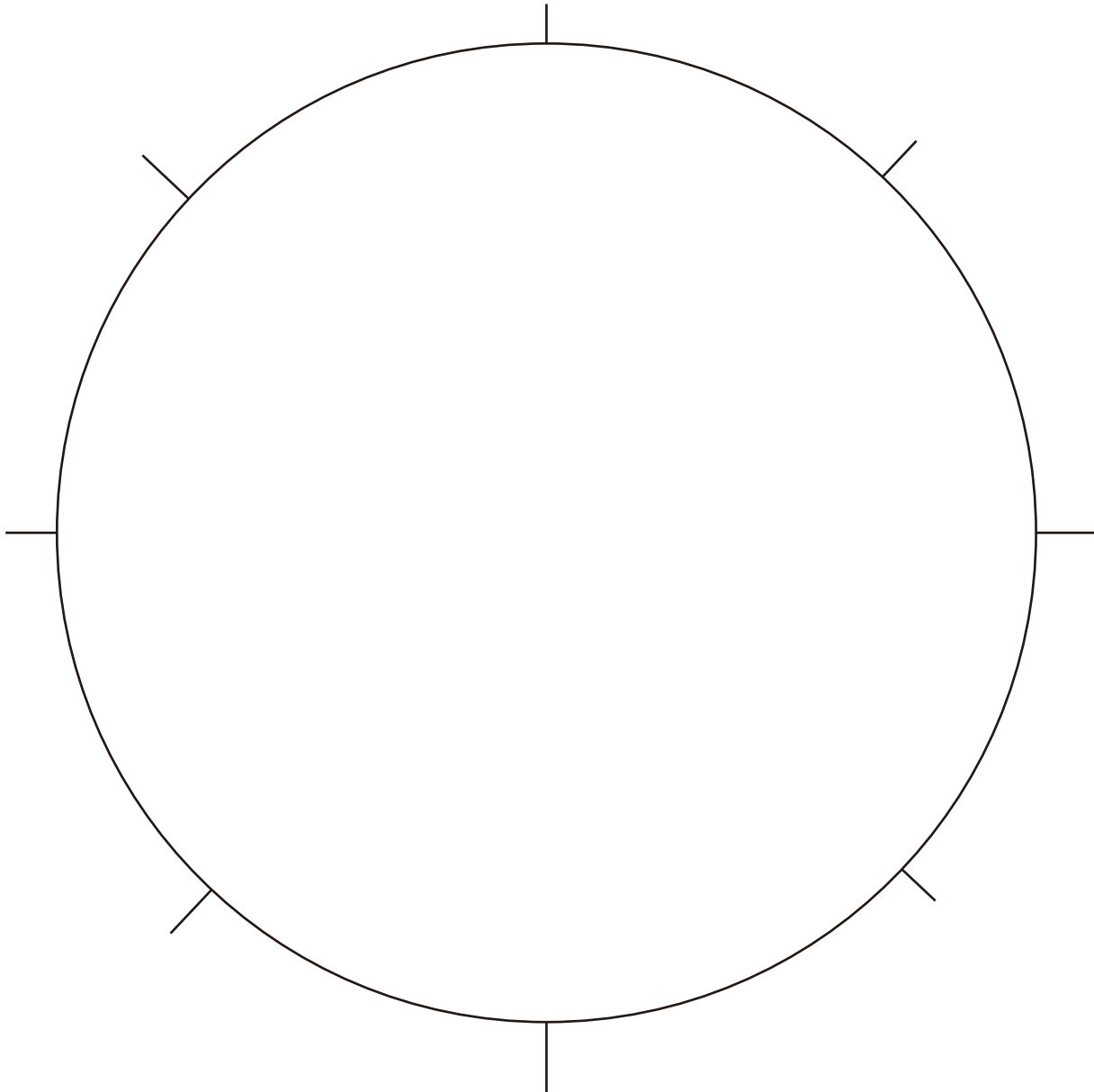


학년 반 번 이름

원 그리기

1단계 : 1부터 6까지 숫자를 순서에 상관없이 원에 표시된 곳에 씁니다.

2단계 : 학습지 2에 화살표로 그린 영향 방향을 학습지 그림을 참고해서 동그스름하게 그립니다.



4 학습지



학년 반 번 이름

피드백 찾기

학습지 3에서 원에 그린 화살표를 따라 가다보면 다시 원래 위치로 돌아오는 경우를 찾아서 아래에 적어 봅시다.

.....

.....

.....

.....

화살표로 연결된 것이 결국 다시 돌아와서 연결되어 원처럼 된 것을 되먹임 또는 피드백 (Feedback)이라고 합니다. 우리가 영향을 준 것이 다시 우리에게 영향을 되돌려줍니다. 우리가 한 행동이 다시 우리에게 되돌아 온 것이 어떤 것이 있을까요? 집에서 찾아볼까요? 교실에서 찾아볼까요? 학교에서 찾아볼까요? 사회에서 찾아볼까요?

.....

.....

우리가 한 행동이 자연에 영향을 미치고 다시 우리에게 되돌아 온 것에는 어떤 것이 있을까요?

.....

.....

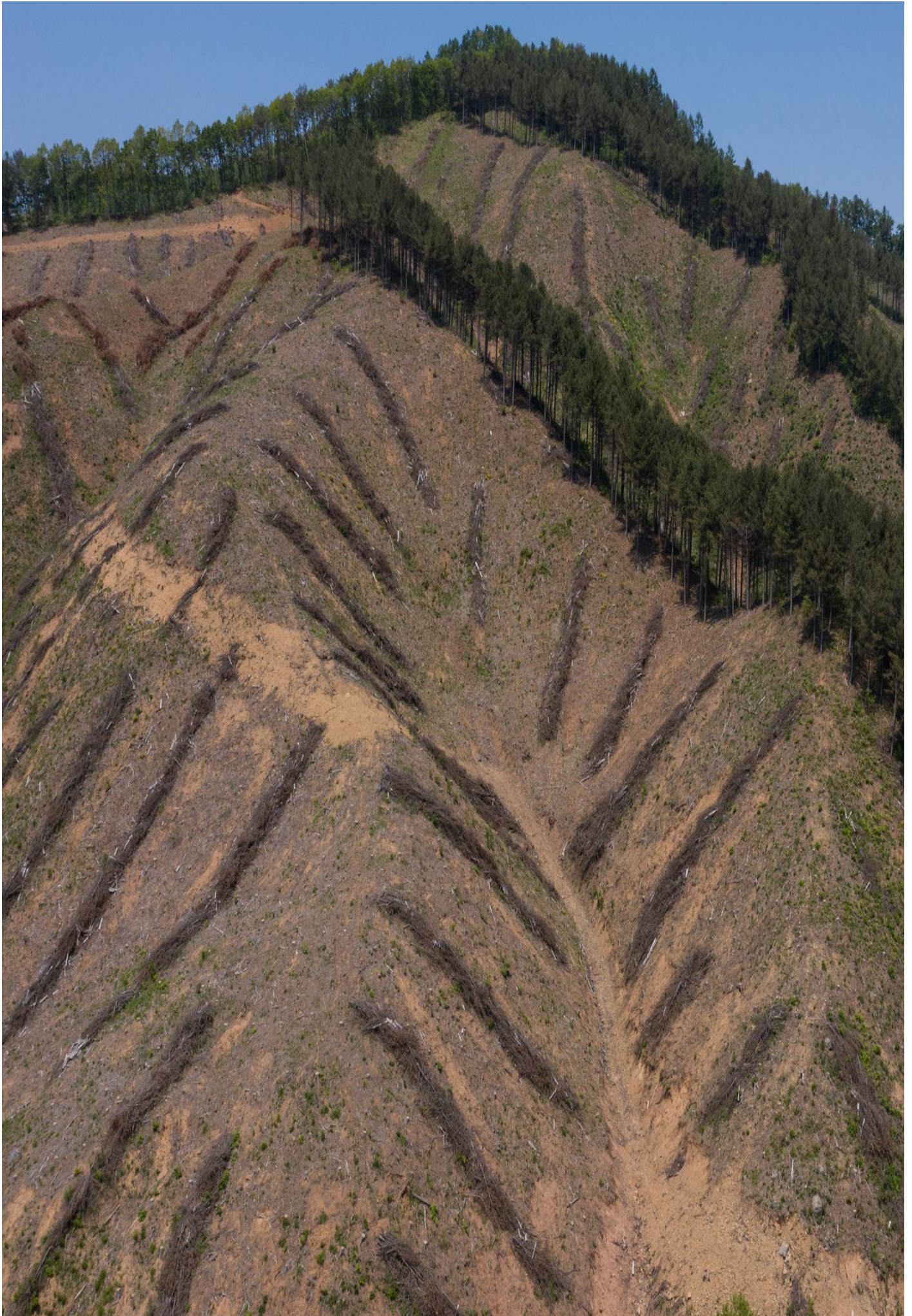
참고문헌

• Quaden, Rob & Ticotsky, Alan(2009) The Shape of Change including Stocks and Flows. Cleative Learning Exchange. 중 [Connection Game]

• 데니스 메도즈·린다 부스 스위니·질리안 마틴 메허스 (2019) 『시스템사고와 함께하는 기후변화 플레이북』 (정창권 역). 서울:지식플랫폼. (원서출판 The Climate Change Playbook. 2016) 중 [이등변 삼각형 게임]

• 참고 사이트 www.clexchange.org





나무 자르고 심기 게임

기후변화 문제를 해결하기 어려운 근본적인 이유는 자연 효과 때문이다. 나무 심고 자르기 게임은 바로 자연 문제를 다루고 있다. 자연 효과를 고려하지 않고 의사결정할 때 그 결과에 놀라게 되는 과정을 재현했다. 게다가, 이 게임은 과학적 사고를 뛰어넘는 인문학적이고 정치적인 사고까지 다루고 있다. 행동경제학 이론에서 주장하고 있듯이 사람들이 의사결정할 때는 모든 과학적 근거를 사용하지 않고 제한된 정보에 의존한다. 따라서, 같은 사안에 대해 다른 태도를 보인다. 사회적 합의가 필요한 이유다. 다음 질문은 과학적 사고와 관계없다.

- > 성장을 위해 자원을 얼마나 사용해야 하는가?
- > 적절한 자원 유지와 지속가능발전을 위해 우리는 성장을 늦출 수 있는가?



게임이 시작하기 전에 씨앗 3개를 심는다. 즉, 씨앗만 있고 아무것도 없는 상태에서 1년 차가 시작된다. 본 게임은 3단계 의사결정을 한다.

첫 번째 단계는 나무를 자르지 않고 매년 나무 씨앗 3개씩 심는다. 씨앗은 새싹, 묘목 단계를 거쳐 다 자란 나무가 되는데, 다음 단계로 넘어갈 때 각각 1년이 걸린다. 즉, 1년 차에 심은 씨앗은 4년 차에 다 자란 나무가 된다. 이런 방식으로 5년 차가 끝나면 다 자란 나무는 9그루가 된다.

두 번째 의사결정의 핵심은 자원이 어느 정도 있으니 경제 개발을 위해 자원을 활용한다는 것이다. 교사는 경제 개발을 위해 자원이 필요하고 이 자원으로 나무를 자른다는 명분을 충분히 설명해야 한다. 매년 다 자란 나무 3그루를 자른다. 물론, 이 시기에도 나무 씨앗 3개를 매년 심는 것이 중요하다. 즉, 세 그루를 자르고 나무 씨앗 세 개를 심는다. 따라서, 다음과 같은 인식을 심어줘야 한다.

“세 그루가 없어졌으니(문제) 해결책으로 씨앗 세 개를 심는다.”

이 단계에서 교사용 도움자료5에 있는 결과를

보면 분명히 나무를 잘랐는데도 다 자란 나무는 그대로 아홉 그루라는 것을 확인할 수 있다.

“나무를 잘랐는데도 나무는 유지되었다.”

이 점을 강조하면 학생들은 당연하게 여길 것이다. 씨앗을 세 개씩 심었기 때문이라고 생각하기 때문이다. 하지만, 자연 효과를 미처 생각하지 못한 것이다.

세 번째 단계는 더 성장하기 위한 의사 결정이다. 더 많은 경제 성장을 하기 위해서 다섯 그루를 자르는 결정을 한다. 그리고 다섯 그루를 자르기 때문에 나무 씨앗은 다섯 개를 심기로 한다. 즉, 다섯 그루를 자르고 나무 씨앗 다섯 개를 심는다. 따라서, 다음과 같은 인식을 심어줘야 한다.

“다섯 그루가 없어졌으니(문제) 해결책으로 씨앗 다섯 개를 심는다.”

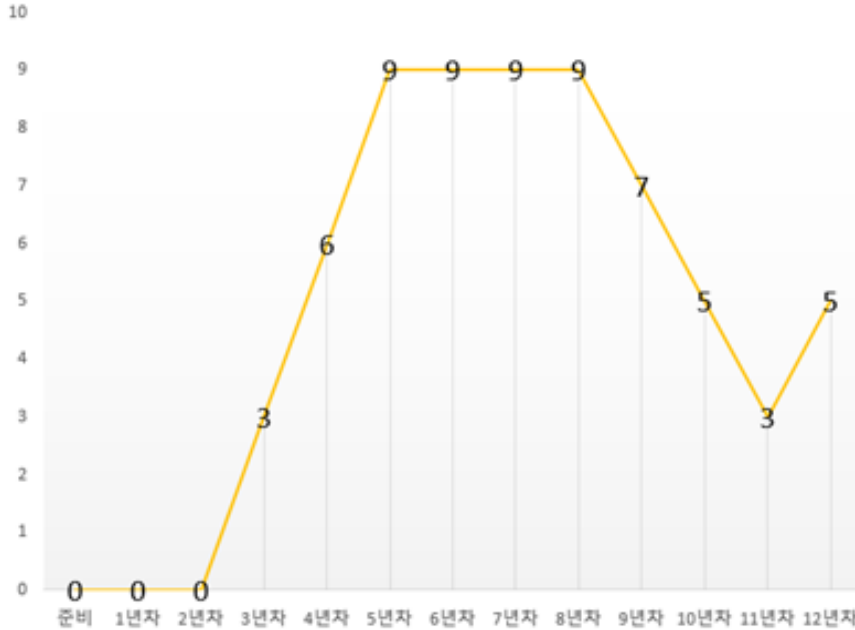
세 번의 의사결정으로 놀랄만한 결과를 경험한다. 교사는 먼저 교사용 도움자료5에 있는 결과를 확인해 보자. 5년 차까지가 첫 번째 의사결정 결과다. 안 자르고 기다리니 아홉 그루가 된 것이다. 그리고 분명히 두 번째 의사결정은 세 그루씩 자르는 것이고 씨앗도 세 개씩 심는 것이었는데, 다 자란 나무는 아홉 그루로 유지됐다.

그러면 몇 년차에서 몇 그루씩 잘랐어야 하고 씨앗은 언제 얼마나 심어야 하나?

여러 가지 경우의 수를 만들어서 그 결과를 확인해 보는 것을 추천한다.

세 번째 의사결정은 더 성장하려는 노력이다. 그래서 세 그루씩 자르던 것을 다섯 그루씩 자르기로 한 것이다. 하지만, 자원이 줄어들지 않기 위해서 다섯 그루씩 심었던 것을 일곱 그루씩 심었다면 어떻게 될까? 다음과 같은 결과가 나온다.

다 자란 나무



위 결과에 만족하는지, 부족하다고 여기는지조차도 학생들마다 다른 평가를 내릴 것이다. 따라서, 경제 개발을 위해 사용하는 자원은 사회적으로 합의된 결과인 것이다. 지금 더 성장하기 위해서 미래 세대가 사용할 자원을 사용할 것인지, 미래 세대를 위해 지금의 성장을 유보할 것인지도 토론 주제로 이어질 수 있다.

교사용 도움자료에 게임에 대한 진행 방식을 자세히 설명해 두었다. 이 게임은 매우 정교하게 구성되어 있어서 교사는 도움자료를 숙지해야 한다.

저학년 수업 전략

학생들이 직접 기록하고 그래프로 표현하는 학습지 활동을 생각하고 놀이로서 주사위를 굴린 결과를 교사가 칠판에 적어서 결과가 달라지는 것만 관찰하도록 해도 충분하다. 하지만, 무리가 될 수 있다.

중학년 수업 전략

학습지 활동이 빠를 수 있지만, 교사가 판단해서 적절히 학습지 활동을 조율하면 된다. 즉, 학습지 활동을 어느 수준까지 학생에게 맡길 것인지를 교사가 결정한다. 학습 지도 계획을 참고해서 수업을 재구성하면 된다.

고학년 수업 전략

학습지 활동을 충분히 재미있게 진행할 수 있다. 차시를 추가해서 여유있게 수업으로 풀어내는 것을 권장한다.

생태전환학습목표

자연 현상에 대해 알고,
기후변화를 막기 위한
우리의 역할을 찾고,
실천한다.

핵심아이디어

생태계와 우리 삶의 문제를
시스템 관점에서 분석하고
해결할 수 있다.

내용요소

시스템사고의 핵심 개념인
자연에 관해 이해한다.

학습과정

학생 학습 활동

교수 전략

Check Point

도입

동기유발

> 숫자의 의미

2100

1.5

- 위 숫자에는 어떤 의미가 담겨 있을까요?
- 지구 온도 제한을 위해 온실가스를 감축하더라도 세기말 지구 온도 1.5°C 목표 달성은 어려울 수 있다고 합니다. 오늘 수업을 통해 그 이유가 무엇인지 함께 알아봅시다.

- 자연 현상이 오늘 수업의 핵심 개념임을 알고, 이를 바탕으로 숫자의 의미에 대해 설명한다.
- 탄소중립을 달성하더라도 세기말 지구 온도를 1.5°C로 제한하기 어려운 이유를 자연 현상을 통해 알 수 있도록 수업을 전개한다.
- 나무 자르고 심기 게임을 위해 교사는 2가지 포인트를 기억한다.
 1. 성장과 자원은 연결되어 있음
 2. 자원은 한계가 있음

> 유의점

학생의 사고 확장을 유도하고, 정답 요구는 지양한다.

학습 문제 확인

학습문제 : '나무 자르고 심기 게임'을 통해 자연 효과를 경험하고, 지속가능한 지구를 위해 우리가 간과한 것이 무엇이었는지 점검해 본다.

> 학습 순서 알기

- 학습 내용과 순서를 알아봅시다.
 - [활동 1] 나무 자르고 심기 게임하기
 - [활동 2] 기록자료 그래프로 나타내고, 시사점 찾기
 - [활동 3] 우리 생활(기후변화 관점)과 연결하기

전개

게임 진행

활동 1 - 나무 자르고 심기 게임하기

> 역할 나누기

나무 역할(최소 20명)과 산림 감독원

> 게임 규칙 익히기

> 게임 진행하기

- (첫 번째 정책)
 - 시작~5년 차까지 진행하기
- (두 번째 정책)
 - 6년 차~8년 차까지 진행하기
- (세 번째 정책)
 - 9년 차~12년 차까지 진행하기

- 나무 역할을 맡은 학생은 씨앗에서 출발하여 다 자란 나무까지의 과정을 거치게 된다.
- 도움자료 1~2를 참고하여 게임을 시작하고, 게임 규칙을 알려준다.



- 시작~12년 차까지 게임을 진행하기 전, 교사는 먼저 도움자료3을 참고하여 게임을 숙지하여 학생들이 나무의 변화 역할을 할 수 있도록 안내한다.

> 자료

- 학습지 1,
- 도움자료 1~3 활용한다.

전개

게임 진행

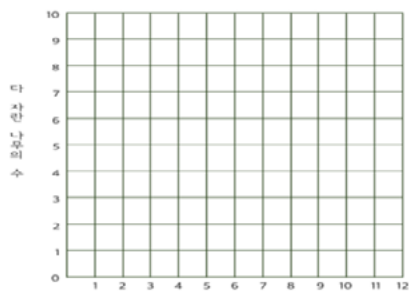
> 학습지1 작성하기

- 숲 속 나무들에게 어떤 일이 일어났을까요?
간단하게 적어봅시다.
- 다 자란 나무들의 수는 시간이 지날수록
어떻게 변할까요? 그래프에 짐작으로 다
자란 나무들의 숫자들이 변하는 모습을
그려 봅시다.

활동 2 - 그래프 나타내고, 시사점 찾기

> 그래프 그리기(학습지2)

- 다 자란 나무 숫자의 변화를 그래프로
그려봅시다.



> 시사점 찾기(학습지3)

- 나무를 심고 자르는 과정에서 우리는 두 번
결정을 했고, 그 결정이 어떤 결과를 만들어
냈는지 알아봅시다.

- 산림 감독원을 맡은 학생이 나무들의
변화표를 잘 작성할 수 있도록 게임
전 미리 설명하고, 일지를 작성하는데
어려움은 없는지 확인한다.
- 게임이 끝난 후 모둠을 구성하여 학습지를
작성할 때 모둠원들이 서로 자신의 생각을
나누고 교환하며 작성할 수 있도록 안내
한다.
- 산림 감독원이 기록한 나무들의 변화표
기록 장부를 학생들이 볼 수 있도록 화면
으로 띄운다.

[나무들의 변화표 기록 장부표]










시간	베어	새벽	오후	다 자란 나무	자른 나무
출발	3	0	0	0	0
1년차	3	3	3	0	0
2년차	3	3	3	0	0
3년차	3	3	3	3	0
4년차	3	3	3	6	0
5년차	3	3	3	9	0
6년차	3	3	3	9	3
7년차	3	3	3	9	3
8년차	3	3	3	9	3
9년차	5	3	3	7	8
10년차	5	5	3	5	5
11년차	5	5	5	3	5
12년차	5	5	5	3	5

[결과 그래프]



- 시사점 찾기를 위한 활동지를 작성할 수
있도록 한다.
- 기록장부 참고 자료를 숙지 후 학생들과
함께 그래프에 대해 해석해 보는 시간을
갖도록 한다.

학습과정	학생 학습 활동	교수 전략	Check Point
정리			
학습 정리	<p>활동 3 - 우리 생활(기후변화 관점)과 연결하기</p> <p>> 활동지 작성하기(학습지4)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 짐작으로 그린 그래프와 게임 결과를 기록한 그래프가 서로 다르게 나타나는 이유는 무엇일까요? • 지연 현상에 대한 설명을 듣는다. • 지구 온도 제한을 위해 온실가스를 감축하더라도 세기말 지구 온도 1.5°C 목표 달성은 어려운 이유는 무엇일까요? <p>> 지연 현상을 기후변화 관점에서 우리 생활과 연결하고, 우리가 해야 할 역할에 대해 발표하기</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 학생들의 사고 활동이 활발하게 일어날 수 있도록 발문하고, 지연 현상에 대해 설명한다. • 지구 온도 제한을 위해 온실가스를 감축하더라도 세기말 지구 온도 1.5°C 목표 달성이 어려운 이유를 지연 현상과 연결하여 설명한다. • 이 게임에서 가장 중요한 활동이다. 지연 개념을 환경·생태계·기후변화 등에서 찾아본 뒤, 개인·학교·가정 생활에서 지연 개념을 찾아볼 수 있도록 지도한다. • 또한, 지연 현상으로 인한 기후변화를 막기 위해 우리가 해야 할 역할이 무엇인지 찾아보고 발표할 수 있도록 지도한다. 	<p>> 자료</p> <ul style="list-style-type: none"> • 학습지 4

성취기준		성취수준		
		상	중	하
지식·이해	생태계 시스템의 지연 효과를 설명할 수 있다.			
과정·기능	게임과 데이터 처리를 통해 생태계의 지연 효과와 의사결정의 어려움을 이해할 수 있다.			
가치·태도	생태계 시스템을 지연 효과 관점으로 분석하는 태도를 취한다.			



1 나무 자르고 심기 게임 학습지



학년 반 번 이름

숲 속 나무들에게 어떤 일이 일어났을까요? 간단하게 적어봅시다.

그리고 다 자란 나무들의 수는 시간이 지날수록 어떻게 변할까요? 아래 그래프에 짐작으로 다 자란 나무들의 숫자들이 변하는 모습을 그려봅시다.

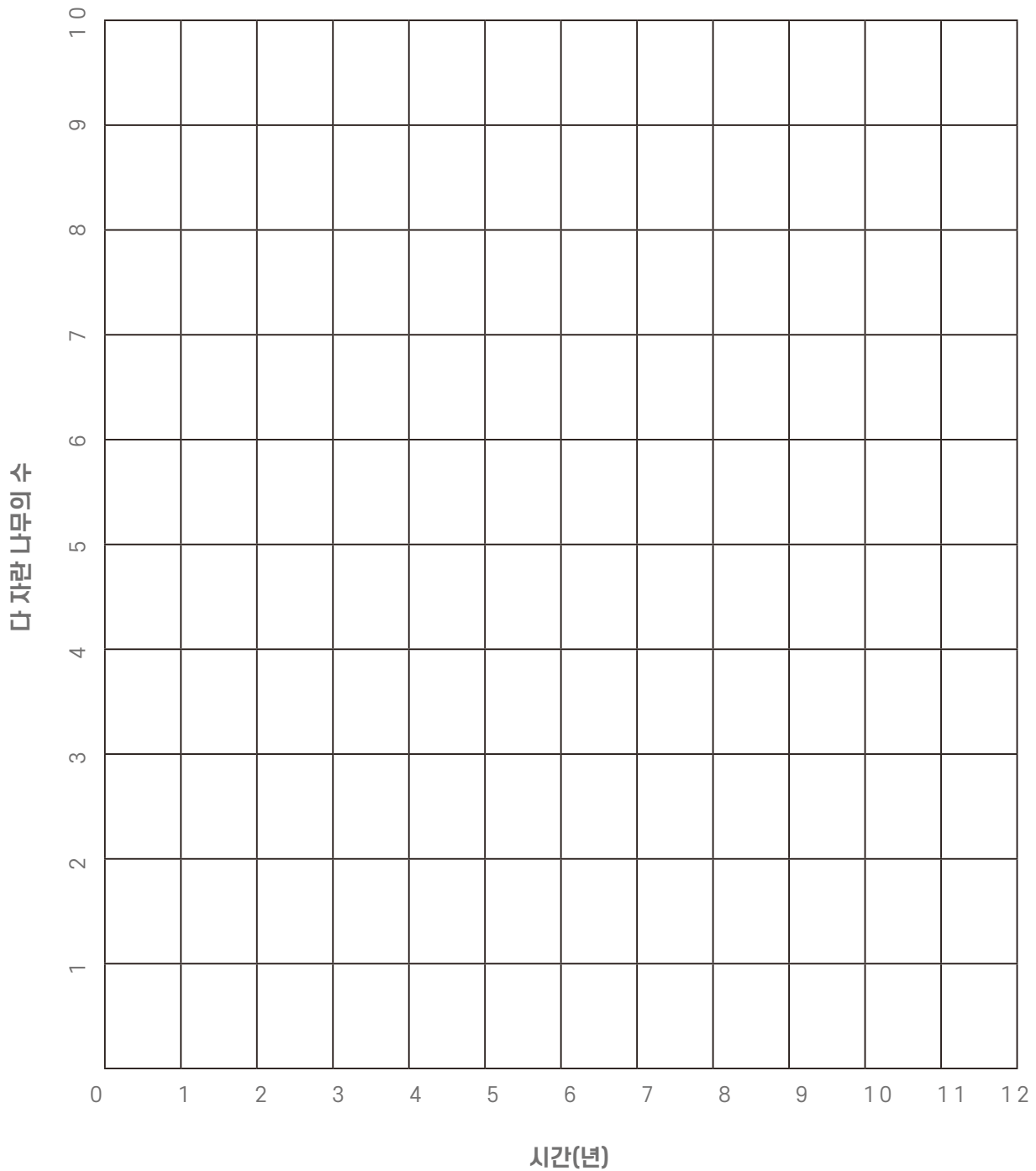
다 자란 나무

시간(년)

2 나무 자르고 심기 게임 학습지



학년 반 번 이름



3 나무 자르고 심기 게임 학습지



학년 반 번 이름

나무를 심고 자르는 과정에서 우리는 두 번 결정했습니다.
그 결정이 어떤 결과를 만들어냈는지 알아보겠습니다.

먼저, 처음 몇 년 동안은 나무를 자르지 않았고 나무들은 씨앗에서부터 계속 자랐습니다.
몇 년까지 나무를 안 잘랐나요? ()년까지

이때는 어떤 변화가 있었나요?

이제 첫 번째 결정을 기억해 봅시다.
필요하니까 나무를 자르기 시작했습니다. 처음에는 몇 그루를 잘랐나요? () 그루

언제까지 이 결정대로 계속 했나요? ()년 차에서부터 ()년 차까지.

이때는 어떤 변화가 있었나요?

두 번째 결정을 기억해 봅시다.
나무가 더 필요해서 더 많이 베기 시작합니다. 몇 그루를 잘랐나요? () 그루

언제까지 이 결정대로 계속 했나요? ()년 차에서부터 ()년 차까지.

이때는 어떤 변화가 있었나요?

4 나무 자르고 심기 게임 학습지



학년 반 번 이름

짐작으로 그린 그래프와 게임 결과를 기록한 그래프가 서로 다르게 나타났나요?
그렇다면 생각과 다른 결과가 나온 이유는 무엇일까요?

바로 자연 현상 때문입니다. 나무가 다 자라기 위해서는 4년이 걸립니다. 이것을 생각하지 않고 나무를
자른만큼 나무를 심는다고 문제가 해결되지 않습니다.

이렇게 자연되어 나타나는 것은 우리 주위에서 많이 볼 수 있습니다.
어떨 때는 시간이 지나서 영향을 미칠 수도 있고, 어떨 때는 다른 장소에서 그 영향의 결과가 나타날 수도
있습니다. 우리 사회가 갈수록 복잡해지기 때문에 앞으로 자연 효과가 어떻게 나타날지
예상하기 매우 어렵습니다.

그렇다면 지구 온도 제한을 위해 온실가스를 감축하더라도 세기말 지구 온도 1.5°C 목표 달성은 어려운 이유는
무엇일까요?

이런 게임을 통해 자연되어 나타나는 것이 무섭다는 것을 배운 여러분은 앞으로 신중한 결정을 하게 될 겁니다.

4 나무 자르고 심기 게임 학습지

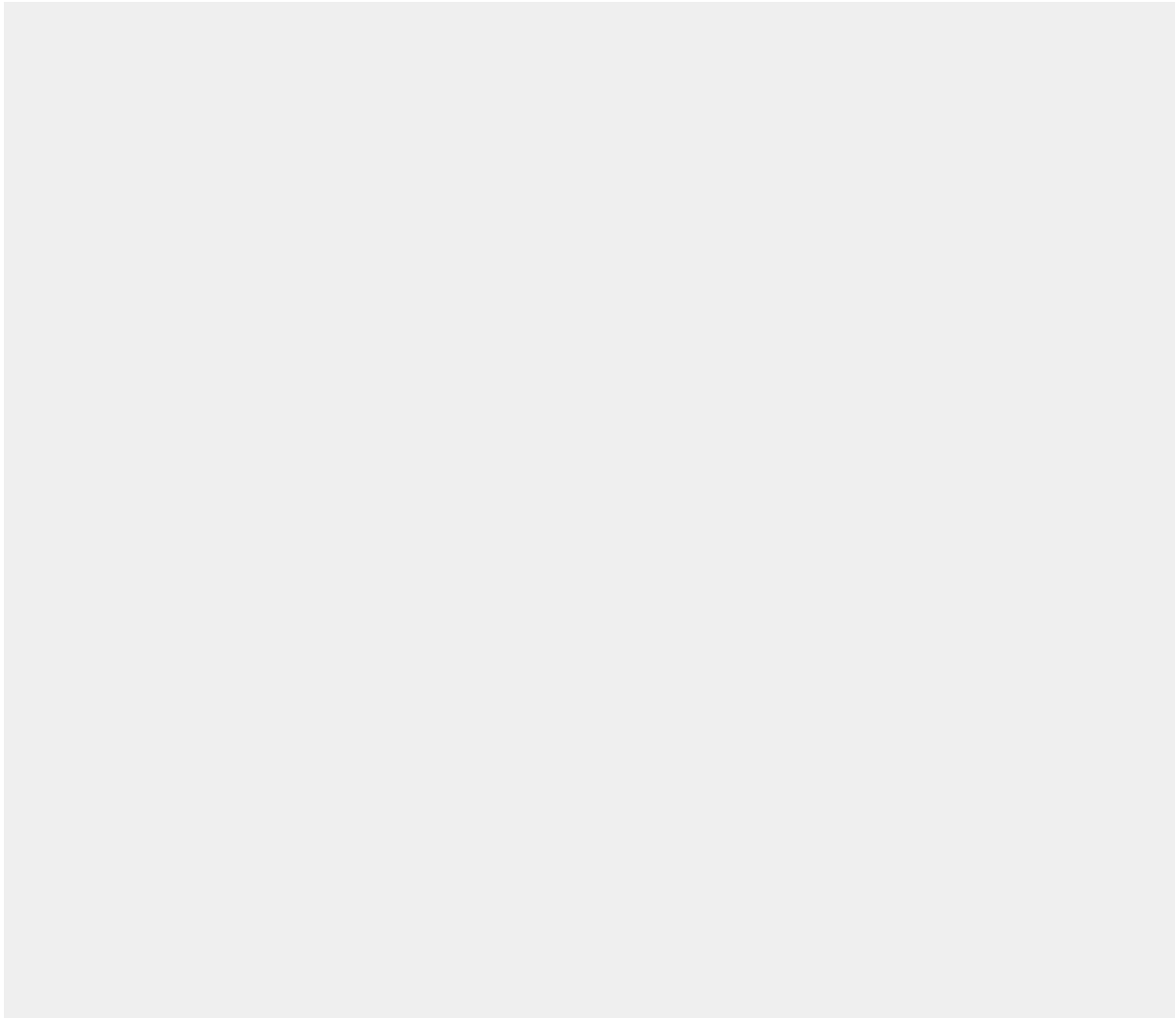


오늘 배운 것을 마무리 합시다.

나무 심고 자르기 게임을 하면서 배운 것처럼 세상은 시간이 걸려서 나타나는 것이 있습니다.
그래서 결정을 내릴 때는 더 신중하게 살펴봐야 합니다.

우리 주위에서 이렇게 시간이 걸려서 영향의 결과가 나타나는 것이 어떤 것이 있을까요?
그래서 쉽게 생각해서 결정을 내렸다가 낭패를 본 사례가 있을까요?

남은 시간 동안 모둠별로 생각을 나눠보세요. 그리고 집에 가서 부모님과 같이 생각해 보세요.
부모님에게 이 게임을 소개하고 함께 이야기 나눠봅시다.



5 나무 자르고 심기 게임 기록 장부



학년 반 번 이름

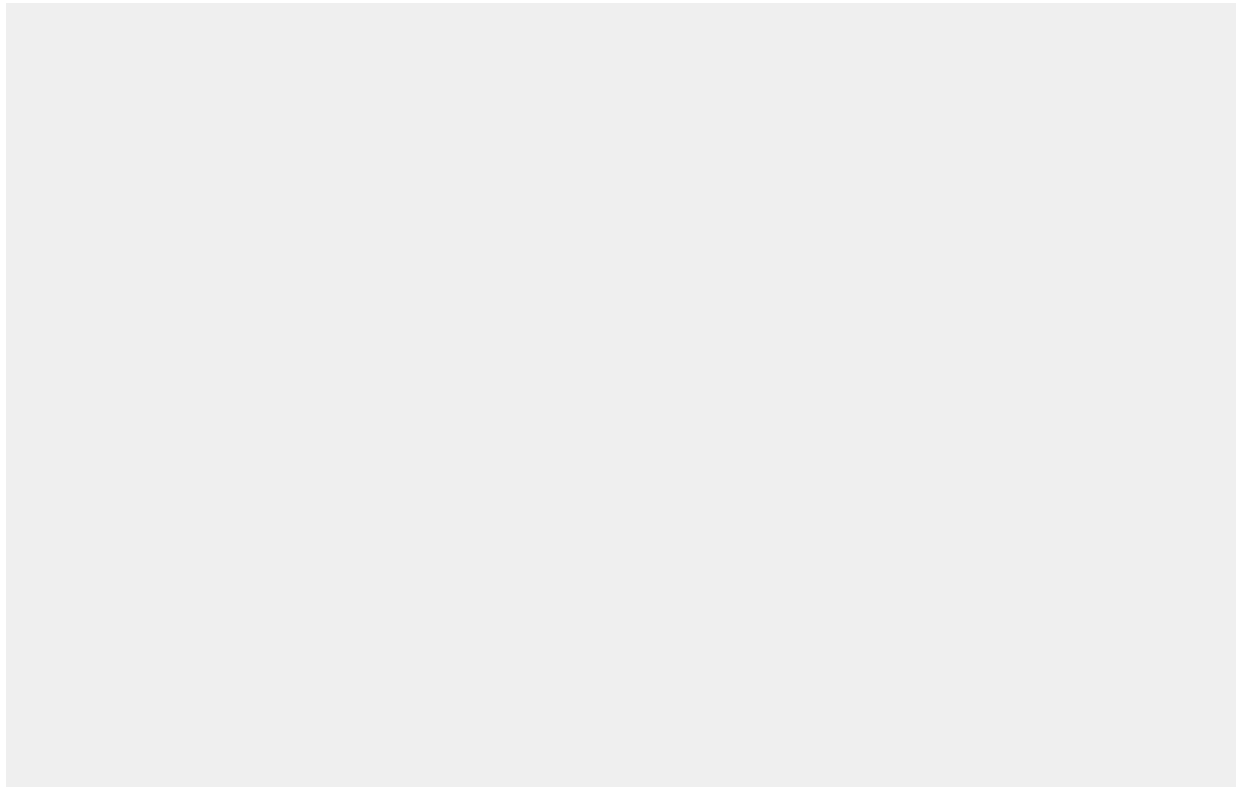
[기록 장부] 나무들의 변화표

시간	씨앗	새싹	묘목	다 자란 나무	자른 나무
준비					
1년차					
2년차					
3년차					
4년차					
5년차					
6년차					
7년차					
8년차					
9년차					
10년차					
11년차					
12년차					

도움자료 1. 나무 자르고 심기 게임 활동 안내 자료

우리나라는 세계에서 유일하게 전쟁의고통을 겪으면서 다른 나라로부터 원조를 받았다가 다른 나라에 원조를 하게 된 나라입니다. 그만큼 어려웠던 시절을 온 국민이 땀땀 뭉쳐서 헤쳐나갔습니다. 가난하고 험벗은 시절에 우리나라는 빨리 경제 성장을 해야 했습니다. 국토의 70%가 산으로 덮힌 우리나라는 많은 나무가 있었고 고맙게도 경제 성장에 큰 도움이 되었습니다. 하지만, 이제 우리나라는 우리나라의 나무도 모자라서 외국에서 나무를 수입해서 다양하게 사용하고 있습니다.

나라가 성장하기 위해서, 더 많은 사람을 교육하기 위해서 우리에게 필요한 자연 자원은 어떤 것이 있을까요?
게임하기 전에 생각나는 대로 아래 빈칸에 적어 보세요.



수고하셨습니다.

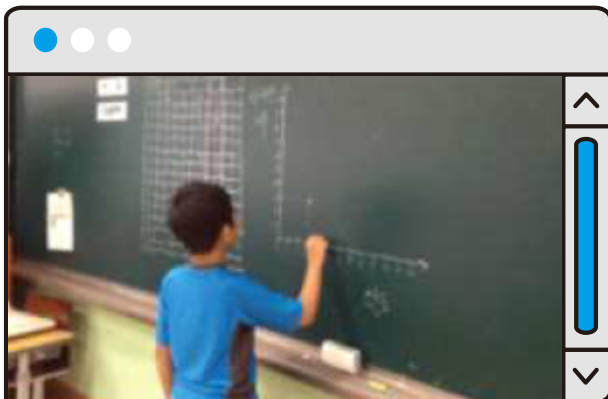
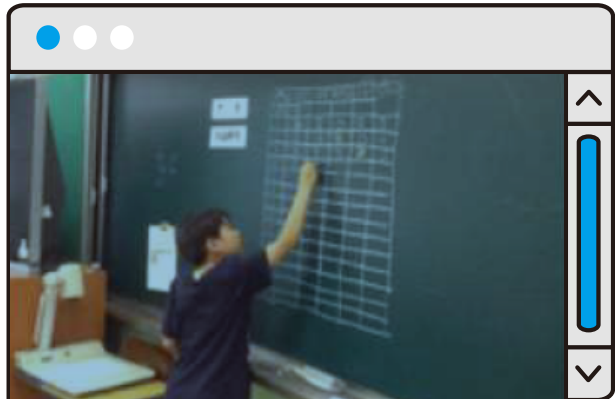
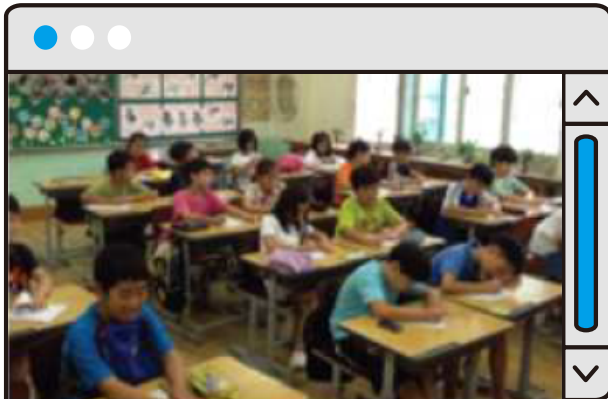
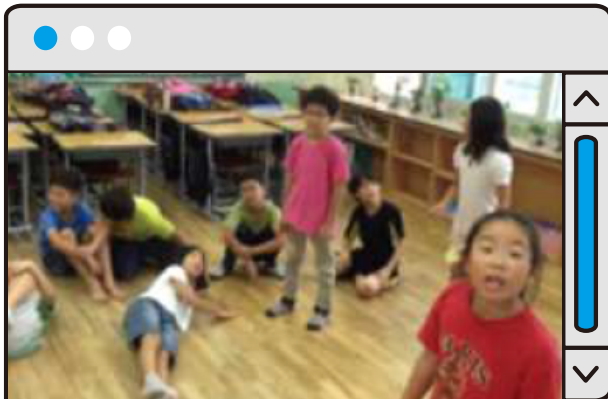
참으로 많은 자연 자원이 필요합니다. 우리는 고마운 자연 자원에 빚을 지고 있습니다. 그 빚을 어떻게 갚으면 좋을까요?
예를 들어 나무를 많이 벌목하면 그만큼 나무를 많이 심으면 될까요?

이 게임을 통해 그 해법을 찾아보도록 합시다.
준비되었으면 다음 게임 안내로 넘어갑니다.

도움자료 2. 나무 자르고 심기 게임 활동 안내 자료

우리는 나무가 1년씩 **씨앗**에서 **새싹**으로 새싹에서 **묘목**으로 묘목에서 **다 자란 나무**로 자란다고 정하겠습니다. 즉, 씨앗에서 다 자란 나무로 자라는 데 4년이 걸린다고 할 겁니다. 그리고 이 성장하는 4가지 단계를 몸으로 표현할 겁니다. 어떻게 표현하면 좋을까요?

그리고 산림 감독원은 매년 다 자란 나무가 몇 그루인지 확인해서 선생님에게 알려줘야 합니다.



도움자료 3. 나무 자르고 심기 게임 활동 참고 자료

본 게임 개괄

- : 씨앗 ~ 다 자란 나무 역할을 위한 표현 방법 예시(학생들이 자유롭게 결정해서 표현해도 됨.)

1. 씨앗: 바닥에 앉아 웅크리고 앉는다.
2. 새싹: 무릎 꿇고 앉는다.
3. 묘목: 양손을 몸에 붙인채 일어선다.
4. 다 자란 나무: 일어선채 양손을 머리 뒤로 펼치킨다.

> 삼림 감독원 역할 상세

- 매년 다 자란 나무 숫자가 어떻게 바뀌었는지 교실 전체에 알리는 역할을 한다.
- 칠판에 다 자란 나무 숫자를 매년 기록한다. 또는 교사에게 보고해서 교사가 기록한다.

• 첫 번째 정책 상세 내용: 매년 나무 씨앗 3개를 심는다.

1. 구역을 정해서 학생들이 대기 장소(씨앗 창고)에서 시작해서 씨앗, 새싹, 묘목, 다 자란 나무, 자른 나무 (씨앗 창고) 순으로 이동하게 하도록 한다.
2. 게임을 시작하기 전에 씨앗 자리에 3명이 있어야 한다.
3. 게임이 시작하면서 아래 예시 표처럼 매년 차수를 달리하면서 자리를 이동한다.
4. 게임이 잘 진행되면 3년 차부터 다 자란 나무 영역에 학생 수가 3의 배수로 늘어난다.
5. 학생들에게 (확인) 질문한다. 다 자란 나무가 되기까지 몇 년이 걸리나? (답. 4년)
이 정책을 유지하면 앞으로 어떤 변화가 일어나는가?
(답. 다 자란 나무는 3년 차부터 3의 배수로 선형적으로 늘어남)

시간	씨앗	새싹	묘목	다 자란 나무	자른 나무
준비	3	0	0	0	0
1년차	3	3			0
2년차	3	3	3		0
3년차	3	3	3	3	0
4년차	3	3	3	6	0
5년차	3	3	3	9	0

※ 주의 : 위 표는 학생들과 공유하지 않는다.

위 정보 때문에 게임이 방해되지 않도록 하고 학생들은 게임에만 집중하도록 분위기를 연출한다.

도움자료 4. 나무 자르고 심기 게임 활동 참고 자료

• **두 번째 정책 상세 내용:** 성장을 위해 6년 차부터 매년 3그루씩 나무를 자른다.

6. 교사는 나무를 잘라야 하는 명분을 강조한다.
7. 게임이 잘 진행된다면 다음 표와 같은 결과가 나온다.
8. 이 정책을 계속 유지하면 다 자란 나무 숫자가 어떻게 될지 질문하라. (학생들 스스로 미래변화를 예상하도록 유도하는 것이 중요하다. (답. 다 자란 나무는 9그루를 유지한다))
9. 본 게임에서는 나무를 3그루씩 자르도록 했지만, **학생들끼리 상의해서 결정하게 하면서 다양하게 실험**할 수도 있다.

시간	씨앗	새싹	묘목	다 자란 나무	자른 나무
6년차	3	3	3	9	3
7년차	3	3	3	9	3
8년차	3	3	3	9	3

※ 주의 : 위 표는 학생들과 공유하지 않는다.

위 정보 때문에 게임이 방해되지 않도록 하고 학생들은 게임에만 집중하도록 분위기를 연출한다.

• **세 번째 정책 상세 내용:** 더 성장을 위해 9년 차부터 매년 5그루씩 나무를 자른다고 5그루씩 나무 씨앗을 심는다.

10. 교사는 나무를 잘라야 하는 명분을 강조한다.
11. 게임이 잘 진행된다면 다음 표와 같은 결과가 나온다.
12. 이 정책을 계속 유지하면 다 자란 나무 숫자가 어떻게 될지 질문하라. (답. 점점 줄어들다가 11년차부터 3그루로 유지된다)
13. 본 게임에서는 나무를 5그루씩 자르고 5개의 씨앗을 심는 것으로 했지만, **학생들끼리 상의해서 결정하게 하면서 다양하게 실험**할 수도 있다.

시간	씨앗	새싹	묘목	다 자란 나무	자른 나무
9년차	5	3	3	7	5
10년차	5	5	3	5	5
11년차	5	5	5	3	5
12년차	5	5	5	3	5

※ 주의 : 위 표는 학생들과 공유하지 않는다.

위 정보 때문에 게임이 방해되지 않도록 하고 학생들은 게임에만 집중하도록 분위기를 연출한다.

도움자료 5. 나무 자르고 심기 게임 활동 참고 자료

기록장부 작성 및 작성 과정 함께 해석하기

세 번의 정책을 통해 다 자란 나무가 변한 과정을 작성한다. 작성할 때는 정책 단위로 묶어서 작성한다.

- 시작~5년 차(첫 번째 정책), 6년 차~8년 차(두 번째 정책), 9년 차~12년 차(세 번째 정책)

다음의 질문은 예시다.

> 시작~5년 차(첫 번째 정책)에 대한 기록

“우리가 시작할 때는 씨앗이 3개가 있었고, 새싹, 묘목, 다 자란 나무는 없었습니다. 기억이 나나요? 그럼 시작 줄의 씨앗에 3이라고 적고, 나머지 칸은 0을 적으면 됩니다.”

“씨앗에서 새싹으로 자라는데 1년 걸립니다. 그러면 1년 차 줄에 새싹은 몇 개가 될까요?

그리고 매년 새롭게 씨앗을 심기 때문에 씨앗 칸에는 3이라고 적습니다.”

..... (이하 같은 방식으로 진행한다)

> 6년 차~8년 차(두 번째 정책)에 대한 기록

“다 자란 나무가 어느 정도 많아졌습니다. 오래 기다렸습니다. 이제 경제 발전하고 지역이 성장하기 위해서 나무를 사용하거나 팔아야 합니다. 그래서 우리는 나무를 자르기 시작했습니다. 매년마다 새롭게 씨앗을 심은 것은 변함이 없었습니다. 그러면 맨 마지막 칸에 자른 나무 칸에 자른 나무 숫자를 넣습니다. 몇 그루를 잘랐나요? 그런데 묘목이 커서 다 자란 나무가 되었고, 기존에 다 자란 나무가 있었기 때문에 자른 나무를 빼면 다 자란 나무는 몇 그루가 되는 건가요?”

> 9년 차~12년 차(세 번째 정책)에 대한 기록

“앞서 6년 차에서 8년 차까지 나무를 세 그루씩 잘랐고 나무 씨앗도 세 개씩 심었습니다. 그랬더니 다 자란 나무 숫자는 그대로였습니다. 덕분에 우리는 자른 나무로 경제 발전도 하고 성장할 수 있었습니다. 이제 더 발전하기 위해서 매년 다섯 그루를 자르기로 했습니다. 기억 나죠? 그리고 다섯 그루 자른만큼 나무 씨앗을 5개를 심었습니다. 그랬더니 어떤 결과가 나왔나요? 학습지 표를 채워보면서 확인하겠습니다.”

“마지막 칸에 자른 나무 숫자는 5라고 적습니다. 그리고 씨앗에 5를 적습니다. 새싹, 묘목, 다 자란 나무 숫자는 순서대로 늘어납니다.”

> 세 번의 정책 변화에 관한 결과

1. 첫 번째 정책: 1년 차~5년 차: 선형 성장(linear growth)을 보여 준다. 다 자란 나무의 숫자는 동일한 비율로 많아진다.
2. 두 번째 정책: 6년 차~8년 차: 자연계의 평형 상태(equilibrium)를 재현한다. 성장을 위해 나무를 자르기 시작한다. 동시에 잘려나가는 나무만큼 동일하게 나무를 심는다. 이 기간동안 다 자란 나무의 숫자는 동일하게 유지된다.
3. 세 번째 정책: 9년 차~12년 차: 나무를 자르는 숫자와 심는 숫자를 다양하게 조정해 보면서 실험한다. 자연 효과가 놀라운 결과를 보여준다.
4. 학생들은 게임의 의미를 되새겨본다. 게임 전에는 학습지1~2를 통해 게임의 의미를 상상하고 미래의 변화를 예상해 본다. 게임을 마무리 한 뒤에 활동지3~5를 작성한다. 활동지6~8를 통해 게임에 대한 의미를 재발견하고 자연 원리를 생활 주변에서 찾아보는 활동을 한다.

※ 주의 : 위 표는 학생들과 공유하지 않는다.

위 정보 때문에 게임이 방해되지 않도록 하고 학생들은 게임에만 집중하도록 분위기를 연출한다.

도움자료 6. 나무 자르고 심기 게임 활동 참고 자료

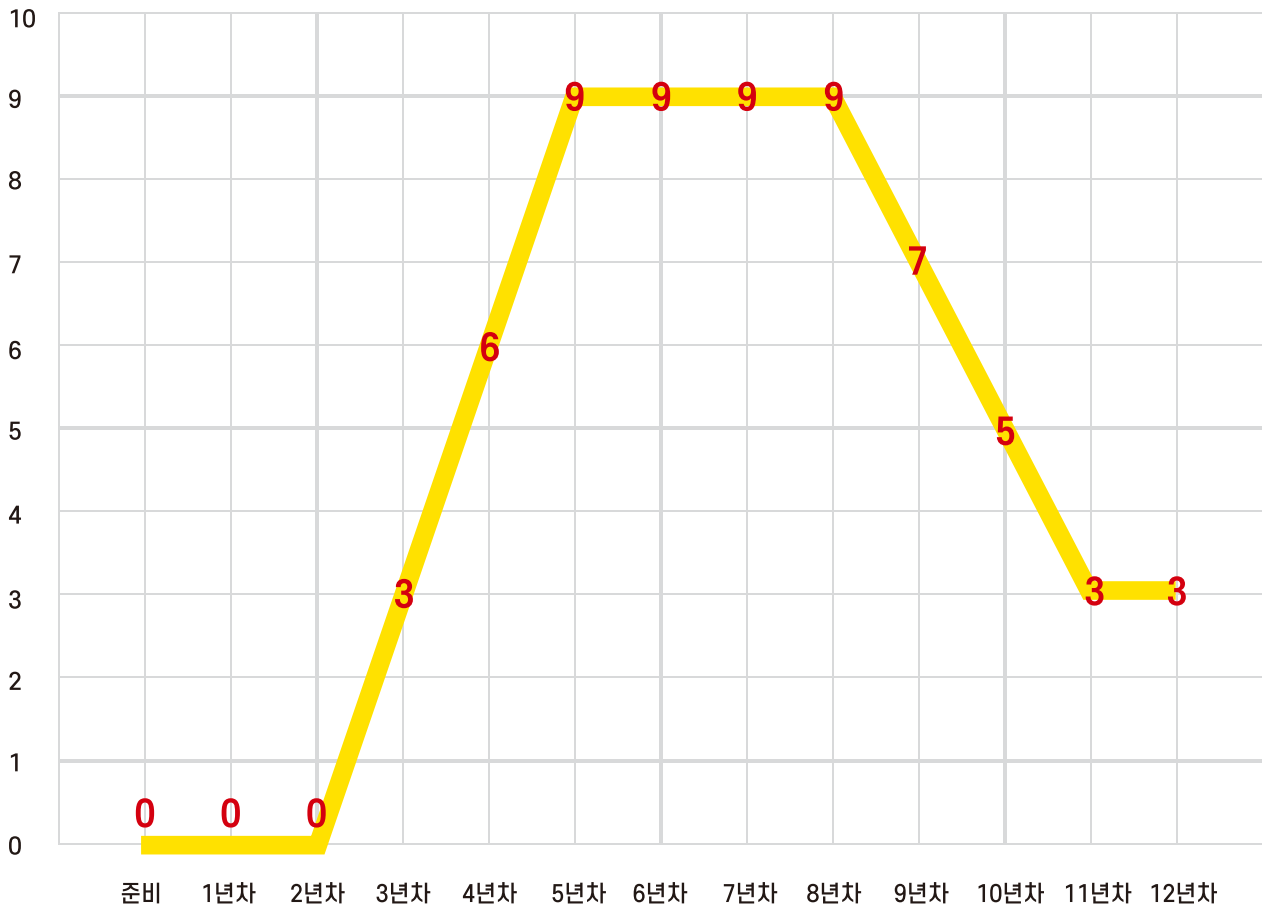
학습지 2(그래프) 작성

기록장부에 숫자를 다 적었으면 해당 숫자를 그래프에 표시한다.

가로축(시간) 숫자와 세로축(다 자란 나무) 숫자가 만나는 점에 표시하라고 정확하게 안내해야 한다.

잘 진행된다면 아래와 같은 그래프가 완성된다.

다 자란 나무 그래프



욕조 모델 개념과의 연계성

욕조 모델 개념으로 보면 씨앗, 새싹, 묘목, 다 자란 나무 모두 욕조의 물이라고 보면 된다. 즉, 이 게임은 4개의 욕조가 서로 연결된 구조다. 따라서, 욕조 개념으로 설명할 수 있다면 가장 좋다.



참고문헌

- Quaden, Rob & Ticotsky, Alan(2009) The Shape of Change including Stocks and Flows. Cleative Learning Exchange. 중 [Rainforest Game]

무엇이 지구의 운명을 위협하는가

한겨울 기온이 영하 50도 밑으로 떨어지는 러시아에서
가장 추운 지역인 사하공화국 베르호얀스크의 기온은
여름 38도(6월 20일)까지 치솟았다.

1885년 기상관측이 시작된 이래 가장 높은 온도다.

흑한과 동토의 상징이었던 시베리아가 빨강게 불타고 있다.

기후 변화가 가져온 이상 현상 때문이다.

시베리아의 광활한 삼림은 사람들이 내뿜는 이산화탄소를 흡수해준다.

아마존 열대우림처럼 지구의 '허파' 역할을 한다.

하지만 숲이 불타면 반대로 온실가스를 내뿜는 '화약고'가 된다.

CNN은 지난 6~8월 러시아 동부 지역의 화재로 발생한
이산화탄소량만 540Mt(메가톤)에 달한다고 보도했다.







*출처 : Alexandros Michailidis / Shutterstock.com