지구과학 영재를 위한 교육 프로그램 평가틀 적용(태풍)

황순필*[1], 조선진[2], 김정진[3]

[1]가락중학교 교사, 서울시 송파구 송파2동 168
[2]오금고등학교 교사, 서울시 송파구 오금동 34-3
[3]성보중학교 교사, 서울시 관악구 신림동 1690

1. 영재 프로그램 지면 평가틀(rubric) 적용 예

평가항목	구분	프로그램 주제 : 태풍
1. 프로그램 내 용	1-1	태풍의 발생과정, 이동 경로, 역할 및 피해
	1-2	
	1-3	
	1-4	[활동 1-8]일기예보, [활동 1-3]태풍 관련 기사
	1-5	[기사 1-3, 일기도]기상 예보관, [기사 1-3]기상 기자
2. 목 표	2-1	
	2-2-1	[활동 3-9]태풍의 발생과정, 이동 경로, 역할 및 피해에 대해 탐구할 수 있다. [활동 3, 6-8]태풍의 발생 과정을 통해 해양이 대기에 영향을 주는 것을 탐구할 수 있다.
	2-2-2	[활동 5-8, 10]자료를 과학적으로 해석하는 능력을 신장할 수 있다.
	2-2-3	
	2-3	
3. 프로그램 수 준	3-1	[활동 1-3, 5, 9]태풍의 이름, 경보와 주의보, 발생과정, 진행 경로, 피해, 역할 등의 일반적인 내용과 [활동 4, 6-8, 10]태풍과 해일, 태풍의 에너지원, 속력, 태풍과 푄현상, 해안 지방의 강설량 등의 자료를 분석하는 내용을 포함
	3-2	[선수 학습]대기대순환의 내용을 소개하고 있다.
	3-3	[선수 학습]전향력이 생기는 원인과 방향에 대해 소개하고 있다.
	3-4	
4. 과학적 사 고	4-1-1	
	4-1-2	[활동 1-3]태풍의 이름 짓기, 태풍 경보와 주의보 기준, 발생장소와 과정을 (기사1)과 인터넷 검색으로 이해하고 정리하기
	4-1-3	[활동 1]매미 다음 발생한 태풍의 이름 찾기
	4-1-4	[활동 2]태풍 경보와 주의보 기준, [활동4]태풍과 해일, [활동 5]위험 반원, [활동 6]태풍의 에너지원, [활동 7]매미의 속력, [활동 8]태풍과 동해안의 푄현상의 관계, [활동 10]해안과 내륙의 강설량의 자료 분석
	4-1-5	
	4-1-6	[활동 9]태풍과 인간 생활의 관계 평가하기
	4-2-1	[활동 1]자신이 지은 태풍의 이름, [활동 9]태풍과 인간 생활의 관계
	4-2-2	
	4-2-3	[활동 1]자신이 지은 태풍 이름의 의미
	4-2-4	[활동 5]위험 반원의 설명, [활동 6]해수의 온도와 태풍의 에너지와의 관계 설명
	4-3	[활동 4]태풍이 발생과 해일의 관계, [활동 7]기압 배치와 태풍 매미의 속력의 관계
	4-4	

평가항목	구분	프로그램 주제 : 태풍
5. 과학탐구 기 능	5-1	
	5-2	
	5-3	[활동 1-6]인터넷 검색하기와 기사 읽고 자료 정리, [활동 6]주간어황예보를 이용하여 태풍의 에너지원 설명, [활동 7-8]일기도를 이용하여 태풍 매미의 속력 관계 설명 등의 자료를 분석하여 탐구를 수행하는 과정이 포함되어 있다.
	5-4	
	5-5	[활동 1-6]인터넷 활용, 기상 기사 활용, [활동 5]태풍 매미의 경로와 풍향, 위험 안전 반원, [활동 6]제주도 주간해어황예보, [활동 7-8]일기도 등의 참고자원을 활용하는 과정이 포함되어 있다.
	5-6-1	[활동 1-10]질문에 대한 답을 서술한다.
	5-6-2	
	5-6-3	
6. 정의적 영 역	6-1	[목표]목표와 함께 태풍 매미의 동영상(인공위성 사진) 및 규모와 피해를 제시하여 학습 동기를 유발한다.
	6-2	태풍 프로그램의 학습을 통해 탐구를 할 수 있는 자신감을 얻는다.
	6-3	
7. 학습활동	7-1	
	7-2	전체적으로 프로그램이 구조화되어 있으며 [활동1-10]을 학생들이 순서대로 활동하게 구성되어 있음
	7-3	
	7-4	

2. 태풍프로그램 내용에 대한 서술

(1) 태풍 프로그램의 구성 : 태풍 프로그램은 3단계로 구성되어 있다.

1) 목표
2) 선수 학습 ① 대기 대순환, ② 전향력
3) 기사를 읽기와 인터넷 검색을 통해 태풍에 대한 질문에 답하기
[활동 1-6] - 기사 1. “태풍 매미의 경남 남해안 상륙” 읽고 답하기
- 기사 2. “부산과 경남에서 태풍 피해가 큰 이유는?” 읽고 답하기
- 기사 3. “매미, 왜 북상하며 더 세졌나?” 읽고 답하기
[활동 7-8] - “태풍 매미의 일기도” 분석하기
[활동 9] - “태풍 매미와 인간 생활과의 관계” 평가하기
[활동 10] - “호남 지방의 강설량이 많은 이유” 설명하기

(2) 프로그램 지면 평가 세부 내용

1) 프로그램의 내용 : 정규 교육 과정의 읽을거리에서 다루고 있는 것을 일상생활과 관련된 태풍 관련 기사나 일기 예보 등을 소재여서 쉽고 편안하게 도입할 수 있다.

2) 목표 : 지식과 인지 영역에 한 해 제시되어 있지만 정의적 영역은 제시되어 있지 않다.

3) 프로그램의 수준 : 일반 학생의 프로그램과 비슷하며 선수 학습에서 속진 내용의

대기 대순환과 심화 내용의 전향력이 포함되어 있지만 다루고 있는 내용은 단순하다.

4) 과학적 사고

가. 수렴적 사고 과정 : Bloom의 인지적 목표 분류에 의해 프로그램을 분석해 보면 지식을 확인하는 활동은 없으며 [활동 1-3]에서 태풍의 이름, 태풍 경보와 주의보, 발생 장소와 과정에 대한 이해를 확인하는 활동을 하고 있다. [활동 1]에서 태풍 매미 다음에 발생한 태풍의 이름을 찾는 적용 활동을 하고 있으며 [활동 2]에서 태풍 경보와 주의보 기준, [활동4]에서 태풍과 해일의 관계, [활동 5]에서 태풍의 위험 반원, [활동 6]에서 태풍의 에너지원, [활동7]에서 태풍 매미의 속력, [활동 8]에서 태풍과 동해안의 푄현상의 관계, [활동 10]해안과 내륙의 강설량의 비교 등의 분석활동을 하고 있다. 탐구 결과를 종합하는 활동은 없으며 [활동 9]에서 태풍과 인간 생활의 관계 평가하는 활동을 하고 있다.

나. 발산적 사고 과정 : 프로그램에 나타난 발산적 사고 과정을 분석해 보면 [활동 1]에서 자신이 지은 태풍의 이름 짓는 활동과, [활동 9]에서 태풍과 인간 생활의 관계를 설명하는 활동에서 유창성을 요구하고 있으며 정해진 질문에 답을 하는 활동 과정이므로 융통성은 요구하지 않는다. [활동 1]에서 자신이 지은 태풍 이름의 의미를 설명하는 활동에서 독창성을 요구하고 있으며 [활동 5]에서 위험 반원의 설명, [활동 6]에서 해수의 온도와 태풍의 에너지와의 관계 설명하는 활동에서 정교성을 요구하고 있으며 [활동 4]에서 태풍이 발생과 해일의 관계, [활동 7]에서 일기도의 기압 배치와 태풍 매미의 속력의 관계를 알아보는 활동을 통해 전혀 관계없어 보이는 개념을 연결해 보는 연관적 사고를 요구하고 있으나 [활동 1-10]에서 직관적 사고는 요구하는 활동은 포함되어 있지 않다.

5) 과학 탐구 기능 : 프로그램의 성격이 주제가 주어져 있고 주어진 자료와 질문에 의해 순차적으로 진행되므로 탐구 주제의 선정 과정 능력, 탐구 설계 과정 능력은 요구하지 않으며, 또한 실험 활동을 한 후 실험 결과를 분석하는 결론 도출 능력도 요구하지 않는다. [활동 1-6]에서 인터넷 검색과 기사 읽고 자료를 정리하는 활동, [활동 6]에서 주간 어황예보를 이용하여 태풍의 에너지원 설명하는 활동, [활동 7-8]에서 일기도를 이용하여 태풍 매미의 속력 관계 설명 활동에서 자료를 분석하는 탐구 수행 능력을 요구하고 있으며, 또한 [활동 1-6]에서 인터넷 활용, 기상 기사 활용, [활동 5]에서 태풍 매미의 경로와 풍향, 위험 안전 반원 그림 자료 활용, [활동 6]에서 제주도 주간해어황예보의 해수의 온도 측정 표 활용, [활동 7-8]에서 일기도 등의 참고자원을 활용 기능을 요구하고 있다. 의사소통 능력에서는 [활동 1-10]에서 질문에 대한 답을 서술하는 쓰기 능력을 요구한다.

그러나 말하기 능력이나 시각화 능력은 요구하지 않고 있다.

6) 정의적 영역 : [목표]를 제시하면서 목표와 함께 태풍 매미의 동영상(인공위성 사진) 및 규모와 피해를 제시하여 과제 집착력 중 학습 동기를 유발하고 또 태풍 프로그램의 학습을 통해 탐구를 할 수 있는 자아 관념 중 자아효능감을 얻는다. 그러나 프로그램의 성격이 협동 등의 사회적 정서는 반영되어 있지 않다.

7) 학습 활동 : 전체적으로 프로그램이 구조화되어 있으며 [활동1-10]을 학생들이 순서대로 활동하게 구성되어 있다.

⑶ 프로그램 지면 평가 내용 요약

이와 같은 프로그램의 분석 세부 내용을 통해 볼 때, 이 프로그램은 내용면에서 일상생활과 관련된 태풍 관련 기사나 일기 예보여서 학생들이 쉽게 이해할 수 있게 구성되어 있고, 프로그램의 수준은 일반 학생 대상 프로그램과 거의 비슷하며 속진과 심화의 내용은 제시되어 있지만 프로그램이 심화나 속진의 경향은 보이지 않는다. 프로그램의 목표는 지식이나 인지측면에서만 제시되어 있고 정의적인 면에서는 전혀 언급이 없으며 목표 달성 여부를 측정할 수 있는 특별한 산출물이 없다.

과학적 사고에서는 주로 수렴적 사고인 이해, 적용, 분석 위주로 요구하고 있으며 실험 결과 등을 일반화 하는 종합 과정은 없으나 결과를 평가하는 과정은 있다. 또 발산적 사고인 유창성, 독창성, 정교성 위주로 요구하고 있으나 특별히 강조되고 있지는 않으며, 전혀 관계없는 개념을 연결해 보는 연관적 사고는 찾아볼 수 있으나 직관적 사고는 보이지 않는다.

과학 탐구 기능에서는 탐구 주제 선정이나 설계 능력을 요구하지 않고 다만 인터넷 활용이나 태풍 기사나 다른 자료를 분석하여 활용하는 탐구 수행 기능이나 참고 자원 활용 기능이 포함되어 있으나 결론 도출이나 시각화 능력 등은 요구하지 않고 있다.

정의적 영역에서는 학습 동기 유발을 위해 태풍 매미의 동영상이나 피해 정도를 제시하고 있으며 협동이나 타협 등의 사회적 정서는 프로그램에 구성되어 있지 않다.

전체적으로 이 프로그램은 수업이 구조화 되어 있으며 제시된 프로그램의 순서에 따라하기만 하면 탐구를 수행할 수 있게 구성되어 있다고 할 수 있다.

3. 프로그램 개선 방안(태풍)

아래 표는 태풍 프로그램의 장점과 개선점을 나타내고 있다.

평가 항목	장점	개선할 점
1. 프로그램 내용	정규 교육과정과 관련 있고 일상생활에도 연결된다.	태풍과 관계없는 활동이 포함되어 있다.
2. 목 표	인지, 기능 면에서 목표가 기술되어 있다.	목표를 명확하게 정의적인 면까지 기술한다.
3. 프로그램 수준	일반 학생 대상 프로그램과 비슷하며 속진과 심화 과정을 일부 포함한다.	탐구 결과를 심화하는 활동이 없다.
4. 과학적 사고력	주로 이해, 적용, 분석, 평가의 수렴적 사고를 포함한다.	발산적 사고를 요구하는 활동을 부족하다.
5. 과학탐구 과정	인터넷을 활용하고, 참고 자원을 활용하는 탐구 과정으로 구성되어 있다.	탐구 결과를 발표하는 말하기나 시각화 과정의 기회가 없다.
6. 정의적 영역	실생활과 관련된 소재로 학생들의 학습 동기를 유발한다.	탐구 과정 중에 협동, 책임감 등의 사회적 정서가 빠져있다.
7. 학습 활동	탐구 목표에 모든 학생이 도달하도록 수업이 구조화 되어 있다.	자기주도적인 학생 활동 과정이 빠져 있다.

4. 태풍 프로그램 분석 예

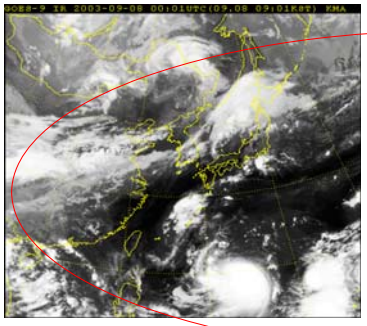
Ⅶ. 태풍과 엘니뇨[2)]

1. 바다가 만들어낸 폭탄, 태풍

(1) 목표 : 1) 태풍의 발생과정, 피해, 역할에 대해 탐구 — *2-2-1목표 지식*

2) 태풍의 발생과정을 통해 해양이 대기에 영향을 주는 것을 탐구

3) 자료를 과학적으로 해석하는 능력 신장 — *2-2-2목표 인지*



구분/태풍명	매 미
내습년월일	2003.9.12~9.13
통과구역	삼천포->청송->울진->동해
중심기압	950헥토파스칼
최대풍속(m/s)	60.0(제주)
최대일우량(mm)	453.0(남해)
피해지역	부산, 대구, 울산, 강원, 전남북, 경남북 등14개 시 도 156개 시군구 1657개 읍면동

<2003년 9월 태풍 매미의 동영상>

6-1과제집착력(관심, 동기)

(http://www.kma.go.kr/weather/picture/sat_data.jsp 하단의 '태풍/집중 호우동영상')

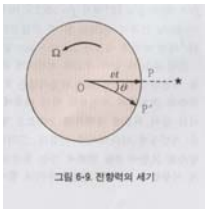
2) 영재교육 교수 학습 자료, 중학교 2학년 과학(지구과학) 학생용, 서울특별시교육과학연구원, 2004. pp 85-97

(2) 선수학습

① 대기대순환 3-2속진

적도지방에서 과잉되는 태양복사 에너지가 극지방으로 이동하기 위해서 대기와 해양은 순환의 과정을 거친다. 대기의 경우에 적도 지방에서 가열된 공기는 상승해 상공을 통해 극지방으로 이동하고 극지방의 찬 공기는 지표면을 따라 적도지방으로 이동할 것이다. 그런데 지구의 자전으로 인한 전향효과로 대기대순환은 세 개의 세포로 구별된다.

② 전향력 3-3심화



북반구의 어느 지점에서 멀리 던져진 물체는 본래의 방향에서 우측으로 편향하여 떨어진다는 사실이 알려져 있다. 운동하는 물체에는 지구의 중력이외에 다른 힘이 없음에도 불구하고 실제의 낙하지점은 본래의 방향에서 우측으로 편향하여 떨어지는데 이러한 현상을 설명하기 위해 생각한 힘이 전향력이다. 이 힘은 지구가 자자전하기 때문에 생기며 북반구에서는 우측으로 편향해 떨어진다.

(3) 다음의 기사들을 읽으면서 태풍에 대해 학습해보자. 5-5참고자원 활용 기능

[1-3] 아래 기사를 보고 인터넷 검색을 통해 물음에 답해보자. 5-3탐구수행 기구조작

1-4일상생활관련내용 1-5직업분야

기사 1. 태풍 '매미' 경남 남해안 상륙

제14호 태풍 `매미(MAEMI)'가 12일 오후 경남 남해안 지방에 상륙, 강풍을 동반한 많은 비를 뿌렸다.

기상청은 12일 "태풍 '매미'가 오늘 오후 8시 현재 경남 삼천포 인근 남쪽 해안지방에 상륙, 시속 40㎞ 속도로 북상중"이라며 "매미는 북진 또는 북북동진하면서 대구, 경북 등지를 관통, 내일 새벽 강원도 강릉 인근 해상에서 동해안으로 빠져나갈 전망"이라고 예보했다.

`매미'는 현재 `강'한 중형 태풍으로, 중심 부근에서는 최대 초속 41m의 매우 강한 바람이 불고, 해안에서는 10~13m의 높은 파도가 일고 있다.

<이하 생략>

연합뉴스 2003-09-12 20:54:37

① 2003년 9월 우리나라를 강타한 태풍 매미는 2003년에 14번째로 발생한 태풍이다. 태풍의 이름은 어떻게 짓는 것일까? 매미 다음에 발생한 태풍의 이름은 무엇일까? 자신이 태풍의 이름을 짓는다면 무엇이라 짓겠는가? 그 이유는 무엇인가?

4-1-2이해 4-1-3적용 4-2-1유창성 4-2-3독창성

② 태풍경보와 태풍주의보는 어떤 기준에 의해 결정하는 것일까? 4-1-2이해, 4-1-4분석

③ 태풍은 최대 풍속 17m/s인 저기압이다. 강력한 바람을 일으키기 위해 큰 규모의 열대저기압이 되기 위해 어떤 장소에서 어떤 과정을 거쳐 발생하는 것일까? 4-1-2이해

기사 2. 부산과 경남에서 태풍 피해가 큰 이유는?

[인터뷰: 기상청 홍보과장]

"제 14호 태풍 매미는 매우 발달한 태풍으로써 부산 지역은 태풍의 오른쪽에 위치하게 되어 강한 북동풍이 불었습니다.' 그래서 태풍 오른쪽을 위험 반원이라고 부르는데 이번에 부산·경남 지역이 위험 반원 지역에 속하게 된 것입니다. 만조시간과 태풍 상륙시간이 겹치면서 큰 해일이 일어났던 점도 피해를 더욱 크게 했습니다.

<이하 생략>

YTN2003-09-13 14:21:10

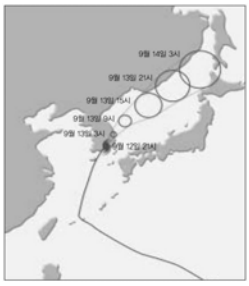
④ 태풍이 발생할 때 남해안 지역에 발생한 폭풍 해일에 의해 마산과 부산 등의 연안 지역이 심각한 피해를 입었다. 태풍이 발생했을 때 왜 해일이 일어나는지 설명해보자.

4-1-4분석, 4-3연관적사고

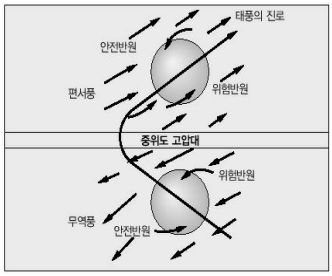
⑤ 아래 그림은 태풍 매미의 진행경로와 풍향을 나타낸 그림이다. 태풍 매미가 상륙했을 때 경남 지방의 피해가 다른 지역보다 심했는데, 그 이유는 이 지역이 태풍의 위험반원에 포함됐기 때문이다. 여기에 대해 설명해보자.

5-5참고자원 활용 기능

4-1-4분석, 4-2-4정교성



<태풍매미의 진행경로>



<위험반원과 안전반원>

5. 태풍 프로그램 개선한 예

Ⅶ. 태풍과 엘니뇨[3)]

1. 바다가 만들어낸 폭탄, 태풍

2-2-2목표 인지

(1) 목표 1) 태풍의 발생과정, 이동 경로, 역할 및 피해에 대해 **조사하여 발표할 수 있다.**

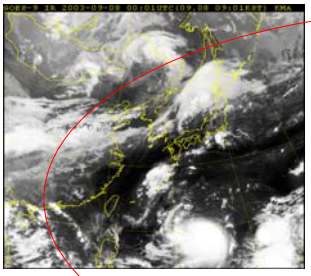
2) 태풍의 발생과정을 통해 해양이 대기에 영향을 주는 것을 **탐구를 통해 설명할 수 있다.**

3) 자료를 과학적으로 해석하는 능력**을 신장할 수 있다.** *2-2-2목표 인지*

4) 각자 탐구를 통해 얻은 자료를 조별로 공유하여 새로운 자료를 얻을 수 있다.

2-2-3목표 정의

3) 영재교육 교수 학습 자료, 중학교 2학년 과학(지구과학) 학생용, 서울특별시교육과학연구원, 2004. pp 85-97 수정함



구분/태풍명	매 미
내습년월일	2003.9.12~9.13
통과구역	삼천포->청송->울진->동해
중심기압	950헥토파스칼
최대풍속(m/s)	60.0(제주)
최대일우량(mm)	453.0(남해)
피해지역	부산, 대구, 울산, 강원, 전남북, 경남북 등 14개 시 도 156개 시군구 1657개 읍면동

6-1과제집착력(관심, 동기)

<2003년 9월 태풍 매미의 동영상>

(http://www.kma.go.kr/weather/picture/sat_data.jsp 하단의 '태풍/집중 호우동영상')

(http://www.typhoon.or.kr/게시판/태풍상식/게시물32 '태풍 매미의 위험한 여행 동영상')

(3) 다음의 기사들을 읽으면서 태풍에 대해 학습해보자. *5-5참고자원 활용 기능*

[1-3] 아래 기사를 보고 인터넷 검색을 통해 물음에 답한 후 **2인 1조로 답이 같은 점과 다른 점을 비교해보고 토의한 후 그 결과를 업로드하자.**

1-4일상생활관련내용 *1-5직업분야* *5-3탐구수행 기구조작*

4-1-4분석, 4-1-5종합, 6-3사회적정서(협동,타협)

⑨ 위의 기사들처럼 태풍 매미는 우리나라에 큰 피해를 가져왔다. **태풍에는 우리에게 피해를 주는 부정적 효과뿐만 아니라 긍정적 효과도 있는 데, 태풍의 긍정적 효과를 지구 시스템 입장에서 설명하시오.** *4-1-6평가, 4-2-1 유창성*

<중략>

(4) 태풍에 대한 학습을 통해 배운 내용을 중심으로 신문사 과학란에 기고할 태풍 기획 기사나, 수업시간에 발표할 때 사용할 수 있는 프리젠테이션 자료를 작성해 보자.

5-6-1쓰기, 5-6-3시각화능력
4-2-1유창성, 4-2-3독창성, 4-2-4정교성

기획 기사나 프리젠테이션 자료는 태풍의 발생, 진로, 효과, 피해를 줄일 수 있는 방법 등을 중심으로 작성한다.