

**2027학년도 연세대학교
수시모집
논술전형(자연·통합계열)**

과학 서논술형 모의 문항 해설



연세대학교
YONSEI UNIVERSITY

I. 출제의도

[문제 1] 지구와 생물체에 가장 널리 존재하는 물의 물리적 상태 변화에 따르는 에너지의 변화를 지구 및 생태학적 시스템을 통해서 어떻게 에너지 재분배로 확장되는지 그 논리적 인과관계를 파악하는 능력을 확인하고자 한다.

[문제 2] 인간의 기술적 성취가 자연의 거대한 순환(에너지 및 물질 순환)을 왜곡했을 때 발생하는 부작용을 설명하고, 이를 해결할 융합적 대안을 모색하는 능력을 확인하고자 한다.

II. 출제근거

□ 교육과정 근거(2015 개정 교육과정 기준)

과목명: 통합과학		관련
성취 기준1	[10통과04-02] 다양한 자연 현상이 지구 시스템 내부의 물질의 순환과 에너지의 흐름의 결과임을 기권과 수권의 상호 작용을 사례로 논증할 수 있다.	제시문 (가), (나) [문제 1]
성취 기준2	[10통과08-01] 인간을 포함한 생태계의 구성 요소와 더불어 생물과 환경의 상호 관계를 이해하고, 인류의 생존을 위해 생태계를 보전할 필요성이 있음을 추론할 수 있다.	제시문 (다) [문제 2]
성취 기준3	[10통과08-02] 먹이 관계와 생태 피라미드를 중심으로 생태계 평형이 유지되는 과정을 이해하고, 환경 변화가 생태계에 영향을 미치는 다양한 사례를 조사하고 토의할 수 있다.	제시문 (다) [문제 2]
성취 기준4	[10통과08-03] 엘니뇨, 사막화 등과 같은 현상이 지구 환경과 인간 생활에 미치는 영향을 분석하고, 이와 관련된 문제를 해결하기 위한 다양한 노력을 찾아 토론할 수 있다.	제시문 (다) [문제 2]

□ 자료출처(2015 개정 교육과정 기준)

참고자료	도서명	저자	발행처	발행년도	쪽수
고등학교 교과서	통합과학	정대홍 외 11명	(주)금성출판사	2020	119-123, 254-279
	통합과학	송진웅 외 17명	동아출판	2021	116-122, 237-261
	통합과학	김성진 외 14명	미래엔	2021	117, 119, 122-125, 244-265
	통합과학	심규철 외 11명	비상교육	2020	116, 118-123, 239-261
	통합과학	신영준 외 11명	천재교육	2021	118, 120-122, 252-275

Ⅲ. 제시문 해설

제시문 (가): 물의 상태 변화와 이에 따른 에너지 전달에 관하여 서술하고 있으며, 다양한 지구 기상 현상의 근본이 되는 것으로 제시되어 있다. 2015 개정 교육과정 「통합과학」 교과서에서 지문을 발췌하여 재구성 하였다.

제시문 (나): 지구 시스템의 위도별 에너지 불균형을 재분배하는 물의 역할에 대하여 기술하고 있으며, 2015 개정 교육과정 「통합과학」 교과서에서 지문을 발췌하여 재구성 하였다.

제시문 (다): “피터 글릭 (Peter Gleick), <물의 세 시대: 물과 인류의 위기>, 2023.”에서 지문을 발췌하여 재구성 하였으며, 저자가 제시한 물의 세 시대(The Three Ages of Water)에 대해 기술하고 있다.

Ⅳ. 문제 해설 및 채점 기준

[문제 1] 제시문 (나)에서 설명하는 지구의 위도별 에너지 불균형을 해소하는 과정에서 물의 역할을 제시문 (가)에 제시된 상태 변화와 에너지 전달의 관점에서 기술하시오. (300자 안팎, 40점)

[채점 기준]

1. 과학적 개념의 정확성
 - 저위도에서의 에너지 흡수(물에서 수증기로 증발)와 고위도에서의 에너지 방출(수증기에서 물로 응결)이라는 상태 변화 원리를 정확히 기술하였는가?
2. 인과관계의 논리성
 - 대기 및 해수 순환을 통한 ‘이동’과 ‘재분배’ 과정을 에너지 전달의 관점에서 논리적으로 연결하였는가?
3. 제시문 활용 및 표현력
 - 제시문 (가)의 상태 변화 개념과 제시문 (나)의 에너지 불균형 개념을 통합하여 제시된 분량 내외로 간결하게 서술하였는가?

상: 상기 [문제 1]의 채점 기준을 모두 만족하는 경우

중: 상기 [문제 1]의 채점 기준 중 두 가지를 만족하는 경우

하: 상기 [문제 1]의 채점 기준 중 한 가지 이하를 만족하는 경우

[문제 2] 제시문 (나)에 기술된 지구 시스템의 에너지 전달과 자연 순환 체계의 관점에서 제시문 (다)에서 언급된 ‘두 번째 물의 시대’에서 행해진 대규모 댐 건설과 같은 기술적 통제의 부작용을 설명하시오. 또한 ‘세 번째 물의 시대’에서 강조한 건강한 생태계를 유지하기 위한 물 관리 방안을 제시하시오. (500자 안팎, 60점)

[채점 기준]

1. 과학적 현상의 설명

- 댐 건설이 물의 흐름(수권)을 단절시켜 지구 시스템의 자연적인 에너지 전달 체계와 자연 순환 체계를 왜곡한다는 점을 지적하였는가?

2. 물의 기술적 통제의 부작용 지적

- 인위적인 물 저장이 홍수 조절 및 수질 정화와 같은 자연의 완충 작용을 약화시킨다는 점을 지적하였는가?

3. 물의 생태계 회복 방안 제시

- ‘세 번째 시대’의 방안으로 생태계 복원, 자연과 인간의 공존을 구체적인 근거와 함께 제시하였는가?

상: 상기 [문제 2]의 채점 기준을 모두 만족하는 경우

중: 상기 [문제 2]의 채점 기준 중 두 가지를 만족하는 경우

하: 상기 [문제 2]의 채점 기준 중 한 가지 이하를 만족하는 경우

V. 예시 답안

[문제 1] 제시문 (나)에서 설명하는 지구의 위도별 에너지 불균형을 해소하는 과정에서 물의 역할을 제시문 (가)에 제시된 상태 변화와 에너지 전달의 관점에서 기술하시오. (300자 안팎, 40점)

에너지 과잉 상태인 저위도에서 액체 상태의 물은 태양 에너지를 흡수하여 기체인 수증기로 상태 변화(증발)한다. 이 과정에서 물은 에너지를 저장하게 된다. 수증기가 대기 대순환을 통해 에너지 부족 지역인 고위도로 이동한 후, 다시 액체로 상태 변화(응결)하며 저장했던 에너지를 방출한다. 즉, 물은 기권과 수권을 순환하며 상태 변화 시 발생하는 열의 흡수와 방출을 매개로 에너지를 저위도에서 고위도로 전달하여 지구의 에너지 불균형을 해소한다.

[문제 2] 제시문 (나)에 기술된 지구 시스템의 에너지 전달과 자연 순환 체계의 관점에서 제시문 (다)에서 언급된 ‘두 번째 물의 시대’에서 행해진 대규모 댐 건설과 같은 기술적 통제의 부작용을 설명하시오. 또한 ‘세 번째 물의 시대’에서 강조한 건강한 생태계를 유지하기 위한 물 관리 방안을 제시하시오. (500자 안팎, 60점)

대규모 댐 건설은 물의 흐름을 단절시켜 지구 시스템의 자연적인 에너지 전달 체계와 자연 순환 체계를 왜곡한다. 이는 저위도에서 고위도로의 에너지 재분배를 방해할 뿐만 아니라, 습지와 수로의 소멸을 초래하여 홍수 조절 및 수질 정화와 같은 자연의 완충 작용을 약화시킨다. 따라서 세 번째 물의 시대에는 훼손된 물의 생태계를 복원하고 자연 상태의 수로를 보존해야 한다. 예를 들어, 인공적인 댐이나 기술적 통제보다는 자연적으로 물을 정화하며 어류와 철새 등이 서식할 수 있는 자연 생태계를 조성하고 유지해야 한다. 자연 상태의 수로와 습지에 잔존하는 물은 낭비되는 것이 아니라 지구의 생존과 자연에 의존하는 인류 활동을 지속하기 위해 매우 중요한 역할을 한다. 이처럼 자연적인 물의 흐름을 유지하는 한편, 물 자원과 생태계가 건강하게 유지될 수 있도록 효율적인 물 사용과 효과적인 물 관리를 통해 불필요한 물 수요를 줄일 필요가 있다. 즉, 인간 중심의 통제에서 벗어나 자연 생태계의 원형을 보전하며 생태계의 건강을 회복하는 물 관리를 확대해야 한다. 이를 통해 환경 오염과 기후 변화까지 억제할 수 있다.

검토위원 의견

※ 검토위원은 모두 현직 고등학교 과학 과목 교사이며, 이하 검토의견에는 개별 검토위원의 주관적 의견이 반영되어 있음

□ 검토위원 A

[제시문 및 문제]

제시문 (가), (나) 및 [문제 1]은 지구 시스템의 에너지 흐름과 물질의 순환 중에서도 기권과 수권의 상호 작용에 따른 물의 순환을 다루는 문항으로, '[10통과04-02] 다양한 자연 현상이 지구 시스템 내부의 물질의 순환과 에너지의 흐름의 결과임을 기권과 수권의 상호 작용을 사례로 논증할 수 있다.' 라는 성취기준과 부합하며, 해당 단원에서 반드시 학습해야 하는 핵심 개념이기에 교육과정을 성실히 수행한 학생의 경우 무리 없이 풀어낼 수 있을 것으로 생각된다.

제시문 (다)와 [문제 2]는 지구 시스템의 순환 체계가 인간의 물 관리 방식과 어떻게 연결되는지를 묻고 있어서 단순한 환경 보호 차원을 넘어 수권, 기권, 생물권 등 하부 권역 간 상호 작용을 통합적으로 사고하도록 구성되어 있다. 특히 2015 개정 교육과정 과학과 교육과정 성취기준 해설서에 나와 있는 '지구 시스템의 균형이 깨짐으로써 인간 세계에 주는 영향에 대해 조사·토론할 때, 주제와 관련된 과학 이론이나 보도, 영상물 등을 살펴볼 수 있다.', '지구 시스템을 이루고 있는 하부 권역들 간의 상호 작용이 지구 생명체의 존속에 기여하고 있으며, 후대를 위해 지구 시스템을 최적의 상태로 보전해야 할 인류의 책임을 인식하고 있는지 등에 대하여 정의적 태도를 평가할 수 있다.'와 같은 교수·학습 및 평가 방법에 부합하는 내용으로 교육과정 성취기준에 대한 평가 타당도가 높고, 논술형 평가의 취지에도 부합하는 문항으로 판단된다.

[문제 해설 및 채점 기준]

[문제 1]은 물의 상태 변화에 따른 에너지 흡수와 방출, 대기 및 해수 순환을 통한 에너지 이동과 재분배를 통합적으로 이해하고 활용할 수 있는지를 평가하고 있다. 이를 통해 성취기준에서 요구하는 기권과 수권의 상호 작용, 물질 순환, 에너지 흐름을 균형 있게 확인할 수 있도록 구성되어 있다.

[문제 2]는 대규모 댐 건설과 같은 기술적 물 관리 방식이 지구 시스템의 자연 순환 체계와 생태계에 미치는 영향을 설명하고, 건강한 생태계 회복을 위한 물 관리 방안을 제시할 수 있는지를 평가하고 있다. 이를 통해 성취기준 해설서에서 제시하는 지구 시스템의 균형 변화가 인간 세계에 미치는 영향과 함께, 수권, 기권, 생물권 등 하부 권역 간 상호 작용 및 지구 시스템 보전에 대한 책임 의식을 균형 있게 확인할 수 있도록 구성되어 있다.

[예시 답안]

[문제 1]의 예시 답안은 저위도에서의 증발에 따른 에너지 흡수, 대기 대순환을 통한 수증기의 이동, 고위도에서의 응결에 따른 에너지 방출 과정을 순차적으로 설명함으로써 물의 상태 변화와 지구 시스템의 에너지 재분배 과정을 논리적으로 연결하고 있다. 이를 통해 교육과정 내 개념과 용어를 활용하여 기권과 수권의 상호 작용, 물의 순환, 에너지 흐름에 대한 이해를 종합적으로 드러내고 있다.

[문제 2]의 예시 답안은 대규모 댐 건설과 같은 기술적 물 관리 방식이 물의 흐름을 단절시키고 자

연 순환 체계와 생태계 기능을 왜곡할 수 있음을 설명하고 있다. 또한 습지와 수로의 소멸, 홍수 조절 및 수질 정화 기능의 약화 등을 제시하여 기술적 통제의 부작용을 구체화하고 있으며, 생태계 복원과 자연 수로 보존 등 건강한 물 관리 방안을 함께 제시하고 있어 문항에서 요구하는 바를 교육과정 범위 내에서 균형 있게 반영하고 있다고 판단된다.

[총평]

본 문항은 통합과학 교육과정의 범위 안에서 학생들이 무리 없이 접근할 수 있으면서도 단순한 개념 나열에 그치지 않고 기권과 수권의 상호 작용, 물의 순환, 지구 시스템의 에너지 흐름, 생태계 보전, 생물과 환경의 상호 작용 등을 종합적으로 활용하도록 구성되어 있다. 이를 통해 교육과정을 성실히 이수한 학생의 과학 개념 이해와 통합적 사고력, 논리적 서술 능력을 균형 있게 평가할 수 있다는 점에서 논술형 문항으로서 적절하다고 판단된다.

□ 검토위원 B

[제시문 및 문제]

- 제시문 (가): 물의 상태 변화 및 기상 현상과의 연관성을 설명한 내용은 통합과학 수준에 적합하며, [문제 1]의 상태 변화와 에너지 전달 개념을 이끌어내기에 충분하다.
- 제시문 (나): ‘물은 기권과 수권을 넘나들며 전 지구적인 에너지 재분배를 주도한다’는 표현은 제시문 (가)와 (나)를 통합적으로 사고하도록 유도하는 연결 장치로 [문제 1]을 정확하게 푸는 단서를 제공하고 있다.
- 제시문 (다): 피터 글릭의 물의 세 시대 개념을 활용함으로써 과학·사회·생태 융합적 사고를 평가하는 데 매우 적절하며 통합과학의 성취 목표와도 일치한다.
- 문제: [문제 1]과 [문제 2]의 배점 비율과 답안 분량은 각각 적절하다고 생각된다. 또한 두 문제가 제시문 (가)~(다)를 순차적으로 활용하여 난이도를 높여가며, [문제 2]에서 융합적 사고를 평가하는 문제 설계가 바람직하다고 판단된다.

[문제 해설 및 채점 기준]

채점 기준에서 상·중·하의 기준이 현재로서는 채점기준의 개수(3개, 2개, 1개)로만 구분되어 있는데, 각 수준에서 부분 점수를 부여해서 조금 더 세분화하면 보다 정확한 평가가 가능할 것으로 보인다. 예를 들어 ‘1. 과학적 개념의 정확성’에서 에너지의 흡수는 정확하게 표현하였으나, 에너지 방출 부분이 부정확하다면 부분 점수를 통해 감점을 하는 등, 채점 기준 2.5개 정도 맞은 학생을 채점 기준 2개나 3개를 맞은 학생의 중간 점수 정도로 배점하는 방안을 생각해 볼 수 있다.

[총평]

본 제시문과 문제는 통합과학의 ‘지구 시스템과 상호작용’, ‘환경과 에너지’ 등의 핵심 개념을 유기적으로 연결하고 있고 교육과정 취지에 충실하며, 통합과학 범위 내에서 충분히 해결 가능할 뿐 아니라 융합적 사고를 측정하는 문제가 포함되어 대입 논술전형에서의 서논술형 평가 문제로 적절하다고 판단된다.

출제위원 총평

※ 2027학년도 연세대학교 교사 대상 지역거점설명회(서울, 2026.4.18.토 실시)에 참석한 고등학교 중 참여 희망 고교를 대상으로 하여 과학 서논술형 모의 문항 기반 모의 논술을 고교 자체적으로 실시하였으며(5.4.월 ~ 5.15.금), 그 결과 총 99개교로부터 1,668개의 작성 답안이 취합되었음. 아래 문항별 총평은 모의 문항 출제위원이 모의 논술 답안을 검토한 후 작성한 총평임.

□ 문제 1

[문제 1]의 출제의도는 고등학교 통합과학에서 두루 다루고 있는 물리, 화학, 생명, 지구과학의 큰 영역을 모두 아우를 수 있는 주제를 고민한 후, 우리 주변에서 쉽게 접할 수 있는 물이라는 세부 주제를 통해 학생들이 본인의 과학적 사고력을 융합적으로 발휘할 수 있는지 확인하고자 하는 것이었다. 이에 통합과학 교육과정에서 다루고 있는 내용 중 수권과 대기권으로 이어지는 지구 시스템과의 상호작용을 바탕으로, 물의 상태 변화에 따르는 열에너지의 변환이 물질과 연결이 되어있다는 것을 종합적으로 활용할 수 있는지 여부를 파악하고자 하였다. 고등학교 교육과정을 성실하게 이수한 학생이라면 충분히 과학적 사실을 바탕으로 통합적 사고력을 펼칠 수 있을 것이라 기대하였으며, 나아가 이를 논리적으로 풀어내어 서술할 수 있는 지에 대한 것을 주안점으로 보고자 하였다.

취합된 모의 논술 작성 답안을 검토한 결과 대부분의 학생들은 위의 출제의도에 따라 매우 적절하게 답안을 작성한 것을 확인할 수 있었다. 다만, 지엽적으로 물의 상태변화에 따르는 열에너지의 출입에 대한 내용의 기술 없이 수권과 대기권을 통한 에너지의 변환에 대해서만 언급한 경우도 일부 확인할 수 있었는데 이 경우에는 부분 점수만 받을 수 있을 것으로 보인다.

금번 모의 문항 출제를 통해서 올해 연세대학교 수시 논술전형에 새로이 도입되는 과학 서논술형 평가의 기본 체계를 마련하고, 또한 고등학교 교육과정을 충분히 담아낼 수 있는 제시문과 문항의 방향성을 설정하고자 노력하였다. 과학 서논술형 문항을 통해 평가하려고 하는 과학적 사고력이 단순한 지식 습득으로만 그치는 것이 아니라, 이를 토대로 본인의 생각을 논리적이고 창의적으로 표현할 수 있는 학생들의 역량을 기대하는 방향으로 향후 수시 논술 과학 서논술형 문항 출제 기초를 잡아가려고 한다.

□ 문제 2

[문제 2]의 출제의도는 인간의 기술적 성취가 자연의 거대한 순환(에너지 및 물질 순환)을 왜곡했을 때 발생하는 부작용을 설명하고, 이를 해결할 방안을 찾는 능력을 확인하고자 하는 것이다. 학생들의 답안은 첫째, 댐 건설이 물의 흐름(수권)을 단절시켜 지구 시스템의 자연적인 에너지 전달 체계와 자연 순환 체계를 왜곡한다는 점을 지적하였는지, 둘째, 인위적인 물 저장이 홍수 조절 및 수질 정화와 같은 자연의 완충 작용을 약화시킨다는 점을 지적하였는지, 셋째, 물 사용의 '세 번째 시대'에서 물의 적절한 사용을 통한 생태계 복원 방안, 자연과 인간의 공존의 근거가 제시되었는지에 따라 좋은 답안이 선별될 수 있다.

대부분의 학생들은 위의 세 가지 채점 기준에서 첫 번째와 두 번째 기준은 대체로 적절히 기술하였다. 세 번째 기준과 관련해서는 다소 열린 답안이 가능하나, 많은 학생들이 물의 흐름이나 에너지 순환, 자연 생태계와 연결된 물 관리 등의 핵심 내용을 벗어난 해결 방안을 제시하였다. 예를 들어, '미

세플라스틱 제거', '인공지능과 빅데이터 사용' 등 다소 관련이 없는 방안을 제시하거나, 댐 건설을 줄여야 한다는 등의 제시문에 나와 있는 내용을 반복적으로 서술하는 경우가 상당히 있었다. 또한 아스팔트에 흘러내리는 물을 정화한다든지, 수소차가 배출하는 물을 활용할 필요가 있다는 등의 현실성이 다소 부족한 방안을 제시한 답안들도 눈에 띄었다. 또는 물을 아껴쓰는 태도를 가져야 한다는 등의 다소 상식적이고 모호한 방안을 제시하기도 하였다. 위에서 언급한 것처럼, 세 번째 기준이 학생들의 상상력을 어느 정도 요구한다고 하더라도 기본적으로 제시문 (가), 제시문 (나), 제시문 (다) 모두 물과 관련된 과학적 사실들을 언급하고 있고, [문제 2] 또한 이러한 맥락과 연결되어 있다는 점을 감안하면, 물 사용과 관련된 생태계적, 환경적 이슈에 대한 진단과 해결방안을 벗어나지 않는 답안 작성이 필요하다고 하겠다.

또한 세 번째 기준을 충족시키는 답안 작성이 어려운 만큼 일부 학생들은 물 사용의 두 번째 시대에 행해진 댐 건설 등의 기술적 통제의 부작용에 많은 지면을 할애하기도 하였다. 문제가 요구하는 것이 물 사용과 관련하여 두 번째 시대에서의 문제점과 세 번째 시대에서의 극복 방안의 제시인만큼, 두 부분의 비중이 어느 정도 균형을 맞추는 것이 좋은 점수를 얻는 데 중요한 요소가 된다고 하겠다.

결론적으로 [문제 2]에서는 학생들이 제시문에서 제시한 내용을 충분히 소화하고 이를 바탕으로 현실적으로 적용 가능한 문제점 해결 방안을 제시하는 것이 핵심적인 포인트라고 할 수 있다. 즉, 제시문에 나온 내용을 최대한 활용하지만 지나치게 벗어나거나 비현실적인 방안은 좋은 점수를 받기 어렵다고 할 수 있다.