

※ 아래의 문제들은 서울대학교가 학생을 선발하기 위한 것으로 서울대학교의 사전 허락 없이 상업적으로 사용하는 것을 금합니다.

2012학년도 정시모집 일반전형 논술고사

<서울대학교 입학본부: 2012. 2. 6>

- 서울대학교는 2012학년도 정시모집 일반전형 논술고사를 1월 16일에 실시하였다. 응시 대상인원은 총 2,441명(인문계열 997명, 자연계열 1,366명, 사범대학 체육교육과 78명)이며, 인문계열 학생에게는 5시간 동안 3문항(사범대학 체육교육과는 2시간 동안 1문항), 자연계열 학생에게는 5시간 동안 4문항이 주어졌다.
- 이번 논술고사에서는 (1) 교과서에서 다루고 있는 주요 개념에 대한 충실한 이해 정도와, (2) 이를 바탕으로 한 논리적 사고력과 추론 능력, 나아가 창의적 사고력을 평가할 수 있는 문항을 출제하기 위해 노력하였다. 이를 통해 고등학교 교육과정을 충실히 이수함과 동시에, 지적 호기심을 가지고 자기 주도적인 학습능력을 기르기 위해 노력한 학생들이 좋은 점수를 받을 수 있기를 기대하였다.
- 인문계열에서는 여러 교과 영역에 대한 폭 넓은 이해 위에서 합리적으로 사고하고 비판적으로 분석하는 능력과 자유롭고 창의적인 글쓰기 능력을 평가하고자 하였다. 자연계열에서는 자연 현상에 숨어 있는 다양한 과학적 개념 및 원리에 대한 정보를 제공하고, 이러한 정보를 이해, 분석, 적용하여 통합적인 사고를 할 수 있는지의 여부를 평가하는데 주안점을 두었다.

인문계열 논술고사 출제의도 및 문항설명

【문항 1】

□ 출제 의도

- 일반적으로 사회문제는 다양한 요인들이 복잡하게 작용하면서 발생한다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 관련 요인들을 모두 파악하고 그 요인들 간에 복잡하게 얽혀있는 상호관계를 이해하고 있어야 한다. 제시문에 활용된 소설은 경제공황기 미국의 농촌을 피해하게 했던 자연환경적 그리고 경제사회적 원인들을 사실적으로 그려내고 있다. 이 문항은 제시문 속에서 직접적 혹은 간접적으로 묘사되고 있는 다양한 환경문제와 사회문제를 찾아내어 그 원인과 결과를 논리적으로 추론하는 분석력을 평가하고자 하였다.
- 지리, 경제, 환경, 사회 등의 교과서에서 다루고 있는 자연환경 및 사회경제 관련 주제(기후변화, 건조지역의 생태학적 취약성, 과도한 농경으로 인한 토양침식, 농업의 기계화로 인한 소작농 몰락, 경제대공황으로 인한 일거리 부족 등)를 통합적으로 이해하고 사고하는 능력을 평가하고자 하였다.

□ 문항 설명

- 제시문은 소설 ‘분노의 포도’ 속의 상황을 보여주기 위해 발췌한 지문들로 이루어져 있다. 그림은 소설의 배경이 된 지역의 기후 및 식생 환경을 보여주는 지도와 그래프이다.
- 논제 1에서는 소설의 일부를 발췌한 제시문을 읽고 소설 속 농민의 삶을 피해하게 만든 다양한 자연환경적 요인과 경제사회적 요인들을 정확하게 찾아낼 수 있는지를 평가하고자 하였다. 농민들에게 닥쳤던 문제들을 이주 전과 이주 후로 나눠서 찾아보고 이러한 상황을 유발한 요인들을 각각 밝혀야 한다.
- 일반적으로 사막화 등의 환경문제를 일으키는 주된 요인이 가뭄과 같은 기후변화인지 혹은 과도한 농경과 같은 인간의 영향인지 판단하기가 쉽지 않다. 논제 2에서는 논제 1에서 설명한 여러 요인들 중 농민들의 이주 결정에 가장 핵심적인 영향을 미쳤다고 생각하는 것을 선택하고 왜 그러한지를 논리적으로 설명할 수 있는지를 보고자 하였다.

- 논제 3에서는 소설 속의 농민들이 이주 혹은 잔류를 결정할 때 그 판단기준이 될 수 있는 여러 상황들을 고려해보고, 이주나 잔류 결정을 내리게 된 사유를 자신의 생각과 소설 속의 시대상을 바탕으로 설명할 수 있는지를 보고자 하였다. 그리고 이주 또는 잔류 결정이 결과적으로 옳은 것이었는지에 대한 판단도 부수적인 평가 요소가 될 수 있다.

【문항 2】

□ 출제 의도

- 사회문화, 경제 교과서에 산재된 개념들(공동체의식, 이질성, 지니계수 등)을 연계하여 사유하는 능력을 평가하고자 하였다.
- 두 변수 간의 관계를 나타내는 그래프를 사용하여 사회현상을 이해하는 분석력을 평가하고자 하였다. 또한 다양한 관계를 나타내는 그래프들의 개별적인 의미와 이들의 복합적인 관계를 파악하고 해석하는 논리적인 추론능력을 평가하고자 하였다.
- 사회현상에 대한 심도 있는 이해와 이를 바탕으로 적절한 대응방안을 제시할 수 있는 능력도 평가하고자 하였다.

□ 문항 설명

- 제시문에서는 사회 구성원의 이질성이 공동체의식과 어떤 관계가 있는지를 분석하는 자료와 자료해석 도구 및 분석결과 그래프를 제공하였다. 그리고 사회현상을 분석하는 데 사용하는 자료와 변수들을 개별적으로 설명하고, 자료 분석결과와 해석에 사용되는 도구로서 세 변수 간의 관계를 그래프들로 제시하였다.
- 논제 1에서는 주어진 가설적인 인과관계의 그림을 이용하여 사회이질성 변수들과 공동체의식 지표 간의 다양한 관계를 나타내는 그래프들의 개별적인 의미 및 이들의 연계 구조를 파악할 것을 요구하였다.
- 논제 2에서는 추가적인 자료를 제시하고, 논제 1의 가설적인 인과관계를 바탕으로 한 자료해석의 적절성 여부를 물었다.
- 논제 3에서는 논제 2의 추론결과를 바탕으로 사회이질성의 증가가 공동체 의식을 저하시킬 수 있는 사회현상에 대한 적절한 대응방안 제시를 요구하였다.

【문항 3】

□ 출제 의도

- 역사와 일상생활에서 매우 친숙한 소재인 나폴레옹과 손금을 이용하여 자유의지 또는 운명론과 관련한 수험생의 견해를 밝히게 함으로써 창의력과 상상력 그리고 사고 과정의 논리력을 평가하고자 하였다.
- 세계사, 전통윤리, 윤리와 사상 교과서에서 다루어지는 제재를 이용하여 종합적인 사고력을 평가하고자 하였다.

□ 문항 설명

- 제시문 (가)는 나폴레옹의 일생을 약술한 내용으로 이루어져 있다. 제시문 (나)에서는 각 손금이 의미한다고 하는 내용을 제시하였다.
- 논제 1의 질문은 세 부분으로 구성하여 상상력과 창의력을 평가하고자 하였다. 첫째는 나폴레옹의 삶에서 중요한 사건을 판단하는 내용이고, 둘째는 일생에서 시간적으로 떨어져 있을 수도 있지만 서로 관련이 있을 수 있는 사건들을 엮어서 의미를 부여하는 내용이며, 셋째는 운명에 대해 나폴레옹이 어떠한 생각을 하고 있었는지 판단하는 내용이다.
- 논제 2는 비합리적인 미래에 대한 예건의 예들을 생각하여 분류한 후, 서로 다른 유형에 속하는 예를 제시하고 그러한 비합리적인 행위에 대해 별도의 의미를 부여할 수 있을지 자신의 견해를 펼치는 내용, 그리고 현대사회에서 합리적인 사고를 해야 한다고 하면서도 손금을 보는 것과 같이 비합리적인 행위를 하는 이유에 대한 자신의 견해를 밝히는 내용으로 이루어져 있다. 또한 이러한 논의를 논제 1과 관련짓게 하고, 자신의 논리에 대한 예상 반론과 그것에 대한 반박을 제시하게 함으로써 논증력을 평가하고자 하였다.

자연계열 논술고사 출제의도 및 문항설명

【문항 1】

□ 출제 의도

- 최근 각광을 받고 있는 전통주에 관련된 정보를 제공하고, 여기에 함축되어 있는 다양한 과학적 원리들에 대한 통합적 추론 능력을 측정하고자 하였다.
- 이를 위해 고등학교 교과과정 중 공통과학과 화학 및 생물 영역에서 다루고 있는 기본적인 개념을 바탕으로 가상 실험을 제안하였으며, 실험 결과를 논리적으로 해석하는 능력과 함께 과학적 기본 개념에 대한 이해 및 연계성을 종합적으로 측정하고자 하였다.

□ 문항 설명

- 공통과학에서 다루고 있는 발효를 소재로 하여 산소호흡과 알코올 발효과정에 대한 원리 이해와 실험결과를 추론할 수 있는 분석능력을 요구하였다.
- 효모 및 미생물을 죽이지 않고 재사용해야 하는 상황에서 증류, 여과 등의 방법을 응용하여 전통주로부터 소주를 얻는 방법을 제시하도록 하였다.
- 고등학교 화학 I에서 다루고 있는 용해도 개념을 활용하여 다른 특성을 갖는 분자들 사이의 인력을 추론하도록 하였고 이를 입증할 수 있는 실험적 원리를 제시하도록 하였다.

【문항 2】

□ 출제 의도

- 전기를 먹이 사냥과 방어에 사용하는 전기뱀장어의 예를 통해 생명현상에서 자극과 반응의 기본 원리와 전류, 전기저항 그리고 전기에너지의 개념에 대한 이해도를 측정하고자 하였다.

□ 문항 설명

- 제시문 (가): 생물 I 교과서의 ‘자극과 반응’ 단원에서 다루는 신경 세포막에 대한 설명을 근거로 하여, 세포막 안팎의 이온 농도의 차이, 전위차의 유지 변화에 관련된 나트륨 펌프의 작용에 대한 기본 지식을 제공하였다.
- 제시문 (나): 전지의 내부저항과 회로구성에 대한 정보를 제공하여 물리 I 교과과정의 직렬과 병렬연결 전기회로의 개념으로 전기뱀장어의 전기회로 모형을 이해할 수 있도록 하였다.
- 논제 1: 세포막을 사이에 두고 농도 경사를 거슬러 이온을 운반하는 ‘능동수송’에 소모되는 에너지와 (+) 이온이 일정 전위차를 갖는 세포 안팎으로 이동할 때 필요한 전기에너지에 대한 생물학적 개념 및 이해 정도를 측정하고자 하였다.
- 논제 2: 전기회로의 전류, 전압 및 저항의 상관관계, 전류와 전하량의 관계, 전력과 전기에너지 등에 분석 및 개념에 대한 이해도를 측정하고, 그 결과를 ATP 에너지 소모와 비교하여 생물학적인 에너지의 전기에너지 변환에 대해 논의하도록 유도하였다.
- 논제 3: 전기세포의 배열에 따라 최대 전류를 구하는 문제에 생명체의 항상성 유지 조건을 주고, 전류값을 최적화하는 수학적 분석 능력을 측정하고자 하였다.

【문항 3】

□ 출제 의도

- 지수함수와 그 역함수인 로그함수는 자연과학 전반은 물론 공학, 사회과학 등 거의 모든 분야에서 중요한 역할을 하고 있다. 일상생활에서도 우리는 ‘기하급수적으로 증가’ 또는 ‘지수함수적으로 증가’ 등의 표현을 자주 사용한다. 상식적으로 이러한 표현은 지수함수가 다항함수보다 매우 크다는 뜻을 내포하고 있다. 단리예금보다 복리예금을 선호하는 것도 이런 상식 때문일 것이다.
- 그렇지만 경우에 따라서는 지수함수의 함숫값이 다항함수의 함숫값보다 오히려 작을 수도 있다. 이를 분석하기 위해 제시문에서 f 라는 이름의 새로운 함수를 정의한다. 함수 f 의 성격은 \log 함수를 처음 정의했을 때와 매우 유사하다. 즉 \log 함수에 관한 모든 정보를 역함수인 지수함수로부터 이끌어 내는 것처럼, 함수 f 도 역함수에 대한 정보만이 주어진 상태이다.

- 새로운 함수 f 의 성질을 분석하는데 필요한 논제를 통해 함수의 그래프와 극점 및 변곡점, 일차도함수와 이차도함수, 극한값, 그래프를 통한 부등식의 설명, 적분 특히 치환적분 등 일반계 고등학교 수학 교과과정의 다양한 도구들에 대한 이해를 요구하고 있다.

□ 문항 설명

- 논제 1: 함수 f 를 정의하기 위한 사전준비이다. 그래프를 이용해 주어진 방정식의 근의 개수를 조사하도록 요구하였다.
- 논제 2: 함수 f 의 역함수의 존재를 파악하고, 역함수의 그래프를 이용해 f 의 그래프를 그리게 하였다.
- 논제 3: 함수 f 의 성질들을 조사하는 논제로 역시 역함수의 역할이 중요하다.
- 논제 4: 역함수를 이용한 치환 적분을 묻고 있는 논제로서 수학적 개념의 응용력을 측정하고자 하였다.

【문항 4】

□ 출제 의도

- 지구의 기후와 환경은 다양한 시·공간적 요인들에 의해 변한다. 대륙이동이나 빙하의 생성·소멸은 서로 다른 시간 스케일로 과거 지구의 해수면 변화를 야기하였고, 이런 기록들은 앞으로의 해수면 변화를 예측하는 데 중요한 정보가 될 수 있다. 따라서 대륙이동이나 빙하의 변화를 어떻게 알아낼 수 있는지와 현재 지구에서 일어나는 현상을 통해 앞으로 해수면 변화가 어떠한지를 생각해 보는 문항을 출제하였다.

□ 문항 설명

- 제시문 (가): K-Ar 연대측정법에 대한 정보를 제공하였다.
- 제시문 (나): 중력가속도 측정을 통해 지표면 아래에 숨겨진 질량분포 및 변화를 탐지할 수 있는 원리를 제시하였다.
- 제시문 (다): 빙하의 유빙과 기온상승에 의한 해수면 높이 상승을 설명하는 내용을 제시하였다.

- 제시문 (라): 수온과 염분변화에 의한 해수의 순환을 설명하는 내용을 제시하였다.
- 논제 1: 제시문 (가)에 소개된 방사능 연대측정법을 이용하여 해양의 생성 시기와 대륙의 이동을 파악하도록 하였다.
- 논제 2: 여러 시기에 걸쳐 측정한 중력가속도의 미세한 변화를 통해 빙하 아래에서 일어날 수 있는 다양한 가능성들을 생각해 보도록 하였다.
- 논제 3: 녹은 빙하가 해수면 상승에 직접적으로 미칠 수 있는 양을 추론하고, 지구의 해수 순환이 해수면 상승에 어떻게 작용할 수 있는지 설명하도록 하였다.

인문계열 논술고사 문항

【문항 1】

[제시문]

6월 중순쯤에 접어들면 텍사스와 멕시코만 쪽으로부터 커다란 구름이 올라왔다. 높고 두꺼운 비구름이었다. 그러면 논밭에서 일하던 사람들은 하늘을 올려다보고 구름 냄새를 맡아보면서 침칠을 한 손가락을 치켜들고 풍향을 재어보곤 했다. 구름이 밀려오면 말들도 들떴다. 그러나 빗기를 머금은 구름은 한두 방울 비를 떨어뜨리다가는 곧 다른 쪽으로 옮겨갔다. 구름이 지나간 자리에는 다시 파란 하늘이 얼굴을 내밀고 햇살을 뿌렸다. 빗방울이 두들겼던 토사 위에는 작은 구멍이 뚫려 곰보가 나고 옥수수 잎새마다 맑은 빗방울이 맺히는 것이 고작이었다.

(중략)

밤이 이슬해지면서 바람은 별편을 쓸었고 사방에 정적이 깔렸다. 먼지 섞인 공기는 안개나 구름보다도 들판의 소음을 더욱 완전히 감싸 버렸다. 집 안에 갇힌 채 누워 있는 사람들은 바람소리가 잦아드는 것을 기다리고 있었다. 먼지 폭풍이 멎자 그들은 자리에서 일어났다. 그들은 조용히 밤의 적막에 귀를 기울였다.

이윽고 닭이 울었다. 여기저기서 울어대는 닭의 목청이 가라앉으면서, 사람들은 집 안에서 부산하게 움직이기 시작했고 아침 맛을 채비를 서둘렀다. 공중에 뜬 먼지가 다 가라앉으려면 상당한 시간이 걸려야 한다는 것을 그들은 잘 알고 있었다. 먼동이 트자 공중의 먼지는 안개처럼 자욱하게 깔렸고, 그 속으로 비쳐드는 아침 햇살은 마치 선혈처럼 붉은 색으로 물들어 있었다. 먼지는 하루 종일, 그리고 그 다음날에까지 걸쳐 조금씩 가라앉았다. 그것은 마치 부드러운 담요인 양 땅 위에 고루 깔렸다. 옥수수 위에도 울타리 위에도, 그리고 전깃줄 위에도 소복하게 쌓였다. 지붕마다 먼지가 입혀졌고 잡초와 나무들도 뿌연 담요에 감싸여 있었다.

(중략)

지주 대리인들은 차 안에 탄 채 소작인들에게 설명을 해냈다.

“땅이 몹시 메말라 있다는 건 잘들 아실 거요. 목화가 땅의 피를 쪽쪽 빨아먹으니까 이렇게 황폐해 가는 거요. 참 용케도 오래 버티셨소. 안 그렇소?”

쭈그리고 앉은 소작인들은 고개를 끄덕였다. 그렇다고 어찌하면 좋을지를 아는 것은 아니어서 어리둥절한 채 그저 먼지 바닥에다 낙서만 하고 있었다. 물론 그들도 너무나 잘 아는 이야기였다. 그러나 어찌하랴. 만약 먼지만 날아가지 않는다면, 먼지가 그냥 땅바닥에 붙어 있어만 준다면 농사가 그렇게 안 되지는 않을 텐데. 대

리인들은 설명을 계속하면서 자기들이 말하고자 하는 요점으로 이끌어 갔다.

“당신들도 알다시피 땅이 점점 피폐해 가지 않소? 목화가 땅으로부터 자양분과 피를 다 빨아먹으니 그럴 수밖에.”

쭈그리고 있는 사람들이 머리를 조아렸다. 그들도 다 알고 있는 일이었다. 누구나 다 알고 있는 일이었다. 작물을 윤작만 할 수 있어도 토양에 자양분과 기름기가 어느 정도는 유지될 수 있을 텐데.

어차피 때는 이미 늦어버렸다. 대리인들은 자기들보다 더 힘이 센 그 괴물이 어떻게 생각하고 있으며 형편이 어떻게 돌아가고 있는가를 열심히 설명했다. 누구든지 농사를 지어 먹고살고 또 세금만 제대로 낼 수 있으면 계속 땅을 갈아먹으라는 것이었다. 누구든지 그렇게 할 수만 있으면 하라는 것이었다.

그렇게 할 수는 있을 것이다. 그러나 그러다가는 얼마 안 가서 농사를 망치고 은행으로부터 돈을 빌려야 할 것이다.

(중략)

그들은 물기 하나 없는 여물통 가까이에서 발을 멈추었다. 여물통 밑에서 마땅히 자라고 있어야 할 잡초도 없었고, 오래 전부터 썩 온 여물통의 두꺼운 나무는 바싹 말라 금이 가 있었다. 우물 뚜껑 위에는 펌프를 붙들어 댔던 빗장이 있었는데, 그 철사에 녹이 슬어 나사가 다 빠져 나가고 없었다.

조드는 우물 속을 들여다보았다. 안에다 침을 한 번 탁 뱉고 나서 귀를 기울여 보고 흙덩어리를 떨어뜨리고 귀를 대보았다.

“전에는 물이 참 좋았는데.”

그가 말했다.

“물소리가 안 들리는데요.”

그는 집 안에 들어갈 마음이 안 내키는 것 같았다. 흙덩어리만 몇 개를 계속 넣어 보았다.

“아마 다 죽어버린 모양이군요.”

그가 말했다.

(중략)

“뭇 때문에 마을 사람들을 쫓아내는 건데?”

조드가 물었다.

“아, 놈들 얘기가 근사하지. 그동안 우리가 어떤 세월을 보냈는지 알아? 먼지바람이 불어와서 모든 걸 죄다 망쳐버리는 바람에 농사가 형편없었지. 개미 똥구멍을

막을 만큼도 안 됐으니까. 그래서 다들 식품점에 외상을 지고 있었어. 너도 알잖아. 그런데 지주들은 소작인을 둘 여유가 없대. 소작인들하고 나눠 먹으면 자기들한테 남는 게 없다는 거야. 땅을 하나로 합쳐야 간신히 수지가 맞는다고 하더라고. 그래서 놈들이 트랙터를 갖고 와서 소작인들을 전부 쫓아낸 거야. 나만 빼고 전부. 난 절대 안 떠날 거야. 토미, 내가 어떤 사람인지 알지? 태어날 때부터 날 봤으니까.”

“맞아, 태어날 때부터 봤어.”

“그럼 내가 바보가 아니라는 것도 알 거야. 이 땅이 별로 쓸모가 없다는 건 나도 알아. 처음부터 목장으로나 쓸 수 있는 땅이었지. 이 땅을 개간하지 말았어야 해. 그런데 여기다 목화를 심는 바람에 땅이 거의 죽어 버렸다고. 놈들이 나더러 떠나라는 소리만 안 했어도, 난 지금쯤 캘리포니아에서 마음껏 포도도 먹고 오렌지도 따고 있을 텐데. 그런데 그 개자식들이 나더러 떠나라고 했으니, 젠장, 그런 소리를 듣고 떠날 수는 없어!”

(중략)

66번 도로는 이주자들의 길이다. 미시시피 강에서 베이커즈필드까지 지도 위에서 부드럽게 오르락내리락 곡선을 그리며 국토를 가로지르는 이 긴 콘크리트 도로는 붉은 땅과 잿빛 땅을 넘어 산을 휘감아 올라갔다가 로키 산맥을 지나 햇빛이 쨍쨍한 무서운 사막으로 내려선다. 그리고 사막을 가로질러 다시 산으로 올라갔다가 캘리포니아의 비옥한 계곡들 사이로 들어간다.

(중략)

도망치는 사람들이 66번 도로로 쏟아져 나왔다. 자동차 한 대만 가지고 나온 사람들도 있었고, 자동차 여러 대로 행렬을 이룬 사람들도 있었다. 그들은 하루 종일 느릿느릿 도로를 달리다가 밤이 되면 물가에 멈춰 섰다.

(중략)

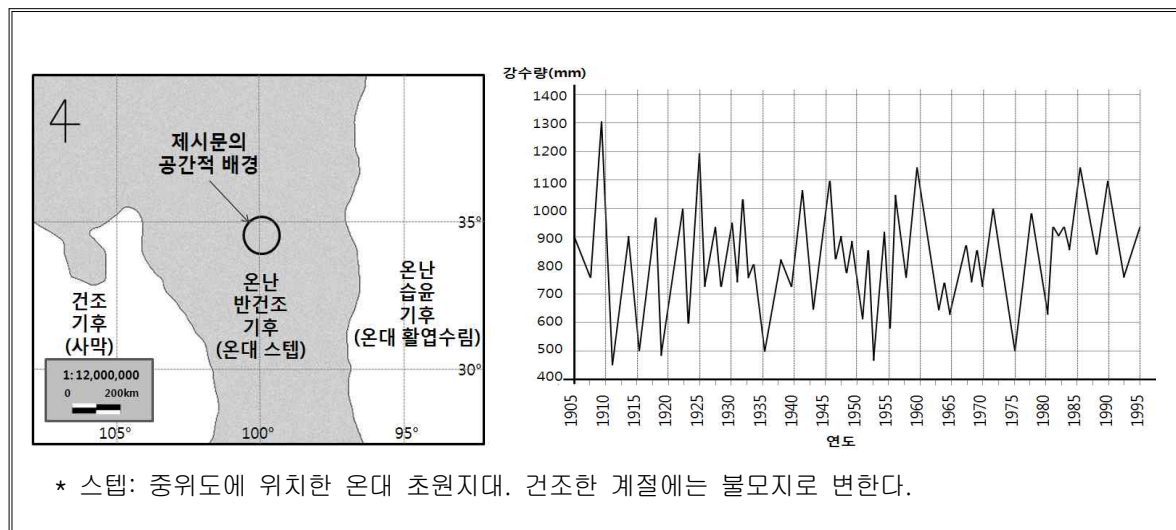
이주민들은 살 곳을 찾아 떠돌며 헤매고 있었다. 좁은 땅에서 농사를 지으며 살아온 사람들, 40에이커의 땅에 의지해서 살아온 사람들, 그 땅에서 나는 음식으로 연명하거나 굶주렸던 사람들, 그 사람들이 이제 서부 전역에서 유랑하고 있었다. 그들은 일자리를 찾아 이리저리 허둥지둥 돌아다녔다. 도로를 따라 사람들이 개울처럼 흘러 다녔고, 도랑둑에는 사람들이 줄지어 늘어서 있었다. 그리고 그들 뒤로 더 많은 사람들이 오고 있었다. 넓은 도로는 이주하는 사람들로 가득 찼다. 중서부와 남서부에서 살아온 소박한 농사꾼들은 산업화의 물결에도 변하지 않았고, 농사에 기계를 사용한 적도 없었으며, 기계가 개인의 손에 들어갔을 때의 힘과 위험을 모르고 있었다. 그들은 자라면서 산업화의 모순을 경험한 적이 없었다. 하지만 그

들은 말도 안 되는 산업화된 삶에 대해 신경이 곤두서 있었다.

(중략)

이주민들은 도로를 타고 계속 흘러들어 왔다. 그들의 눈 속에는 굶주림이 있었고, 욕망이 있었다. 그러나 그들에게는 주장도, 조직도 없었다. 그들이 엄청난 숫자로 몰려온다는 것, 그들에게 욕망이 있다는 것, 그것뿐이었다. 일자리가 하나 생기면 열 명이 그 자리를 잡으려고 싸웠다. 낮은 품삯을 무기로 싸웠다. 저 사람이 30센트를 받는다면, 나는 25센트만 받겠다는 식이었다.

[그림]



※ 제시문은 미국의 경제대공황 시대를 배경으로 한 소설의 일부이고, 위 그림은 제시문 전반부의 주요 배경이 된 지역의 기후환경을 보여주고 있다. 제시문과 그림을 참고하여 다음의 논제에 답하시오. (세 논제를 모두 합하여 2,200자 이내)

논제 1. 제시문에 나타난 상황들의 원인을 분석하여 설명하시오.

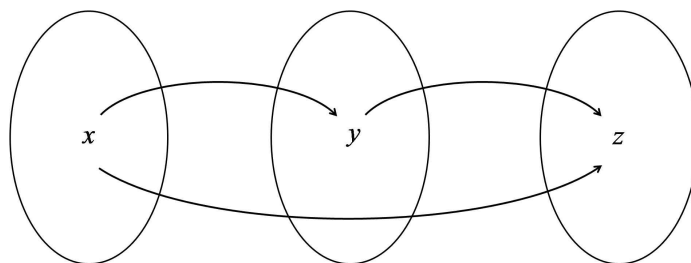
논제 2. 주민들이 원거주지에서 살기 어렵게 된 가장 핵심적인 원인이 무엇이라고 생각하는지 근거를 들어 논하시오.

논제 3. 제시문에 나타난 ‘이주’와 ‘잔류’의 행위를 비교하여 논하시오.

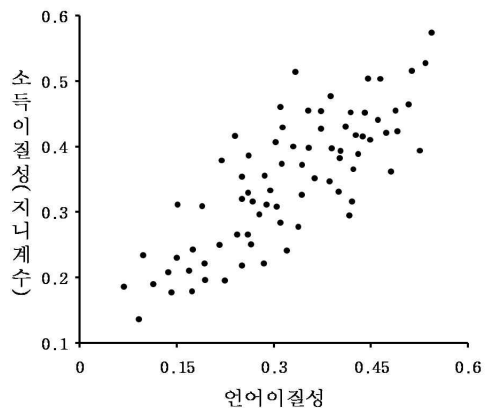
【문항 2】

[제시문]

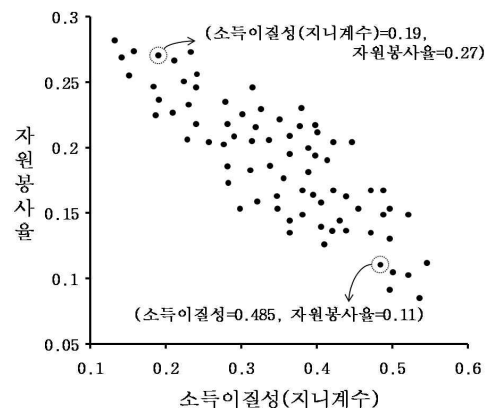
사회 구성원의 이질성이 공동체의식과 어떤 관계가 있는지 알아보려고 한다. 사회 구성원의 이질성은 소득의 차이와 언어의 다양성을 지표로 하고, 공동체의식은 자원봉사율을 지표로 한다. 관계 분석을 위하여 N 개의 지역으로 이루어진 국가 A에서 개별 지역을 대상으로 x , y , z 이라는 세 변수의 자료를 수집한다. 한 지역의 x 값은 언어적 이질성 지표, y 값은 소득이질성(소득불균등도) 지표, 그리고 z 값은 그 지역의 자원봉사율을 나타낸다. M 개의 언어 사용집단으로 이루어진 언어이질성 지표는 $1 - \sum_{i=1}^M s_i^2$ 의 공식으로 계산되며, 여기서 s_i 는 지역 내에서 하나의 언어를 사용하는 주민의 비율을 나타낸다. 예를 들어, 어느 지역 주민이 사용하는 언어가 다섯 개이고, 개별 언어 비율이 (0.2, 0.2, 0.2, 0.2, 0.2)인 경우, 이질성 지표는 0.8 이라는 최댓값을 가지며, 만약 그 지역이 한 언어를 사용하는 주민으로만 이루어졌다면 이질성 지표는 최솟값 0 을 갖게 된다. 소득이질성 지표로는 지니계수를 사용한다. 지니계수는 소득분포의 불평등 정도를 나타내는 지표로서, 지역의 모든 구성원이 동일한 소득을 갖고 있으면 0 이라는 최솟값을 갖고, 지역의 모든 소득이 한 사람에게 집중되었다면 1 이라는 최댓값을 갖는다. 자원봉사율은 자원봉사에 참여하는 사람의 비율을 가리킨다. 다음 그림은 변수 x , y , z 간의 가설적인 인과관계를 나타낸 것이다.



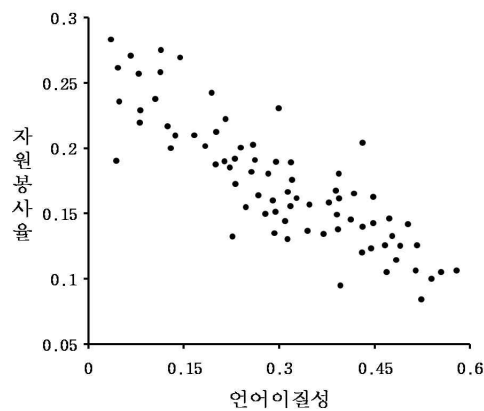
자료를 이용해 두 변수 간의 관계로서 x 와 y , y 와 z 그리고 x 와 z 의 관계를 나타내면 다음의 세 그래프 1-a, 1-b, 1-c 와 같다.



그래프 1-a



그래프 1-b

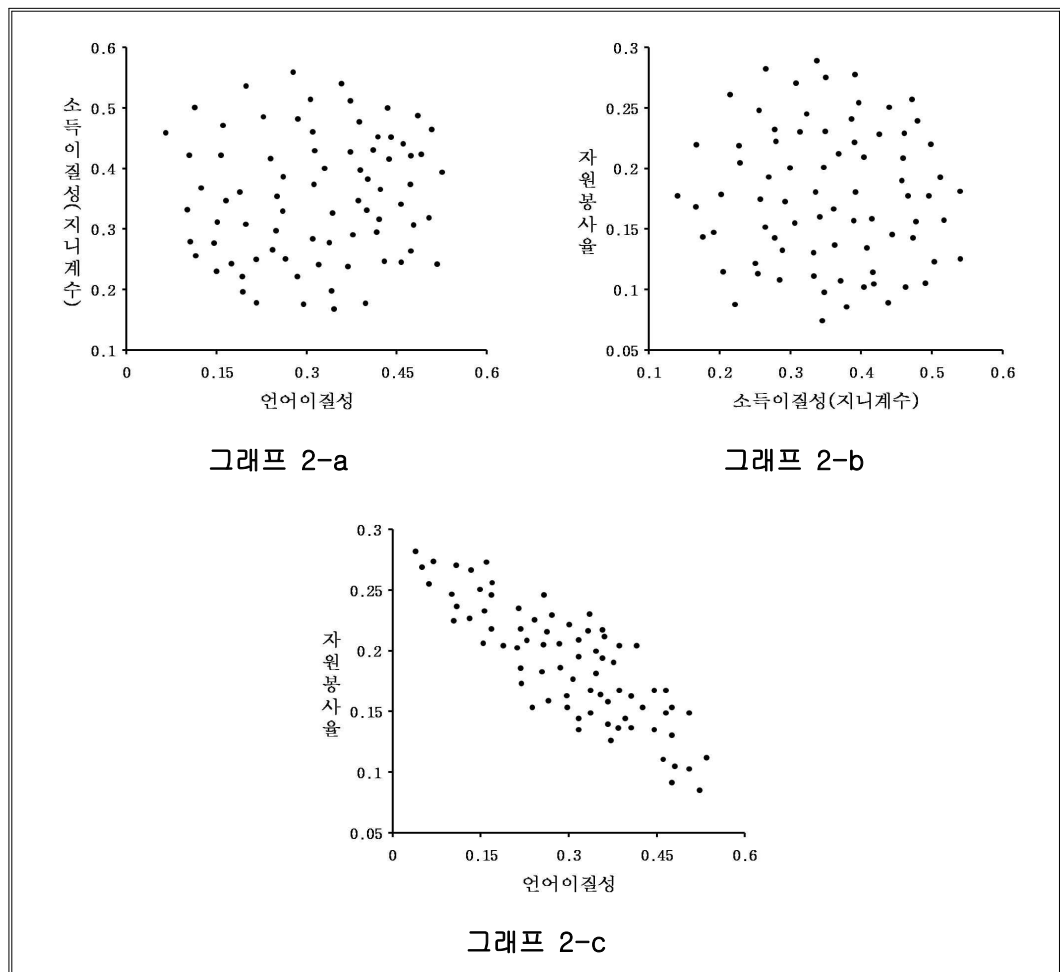


그래프 1-c

※ 제시문을 읽고 다음 세 논제에 답하시오. (세 논제를 모두 합하여 1,400 ± 200자)

논제 1. 세 그래프 1-a, 1-b, 1-c 의 의미를 기술하시오.

논제 2. 위의 제시문과 동일한 방식으로 국가 B의 사례를 분석한 결과는 그래프 2-a, 2-b, 2-c와 같다. 국가 B뿐만 아니라, 다른 많은 국가에서도 이 그래프와 같은 양상이 나타나고 있다. 제시문에서 그림으로 보여준 변수 x, y, z 간의 가설적인 인과관계를 참고하여, 국가 A와 국가 B에 대한 분석 결과의 차이를 기술하시오.



논제 3. 논제 1과 2에 대한 논의를 바탕으로, 공동체의식을 높이기 위한 방안과 그 근거를 설명하시오.

【문항 3】

[제시문]

(가) 다음은 나폴레옹의 일대기를 요약한 것이다.

- 1769년 8월 15일 지중해의 작은 섬 코르시카에서 출생함. 나폴레옹의 집안은 프랑스의 코르시카 점령에 항의하기 위해 ‘파스칼레 파올리’가 이끄는 독립운동에 참여하였으나, ‘파스칼레 파올리’가 망명하자 프랑스 측으로 전향하여, 가문의 명칭을 ‘부오나파르테’에서 프랑스식인 ‘보나파르트’로 바꾸고 귀족 자격을 얻음.
- 1779년 아버지를 따라 프랑스로 건너가 유년 육군사관학교에 입학함.
- 1784년 파리 육군사관학교에 입학하여 4년 과정을 불과 11개월 만에 수료함.
- 1785년 육군사관학교를 졸업하고 포병 소위로 임관함.
- 1789년 바스티유 감옥 함락 소식을 듣고 프랑스 혁명에 참가하였다가 체포됨.
- 1792년 코르시카로 귀향하여 국민위병대의 중령이 되지만, 프랑스 왕당파와 가까웠던 ‘파스칼레 파올리’와 균열이 생겨 일가족과 마르세유로 도피함. 마르세유에서 유복한 상인 집안의 딸 ‘데지레 클라리’와 약혼함.
- 1793년 프랑스군 대위로서 왕당파의 반란군을 진압하는 최초의 무훈을 세워 사단장이 됨.
- 1794년 공안위원장 ‘막시밀리안 로베스피에르’가 실각하여 처형된 후 감옥에 갇힘. 이후 석방되어 혁명 정부의 총재 ‘파울 바라스’에게 등용됨.
- 1795년 파리에서 왕당파의 봉기가 일어나자 수도 시가지에서 대포를 쏘는 대담한 전법으로 진압함으로써 사단장이 됨.
- 1796년 ‘데지레 클라리’와 파혼하고, 귀족의 미망인으로 ‘파울 바라스’의 애인이기도 한 ‘조제핀 드 보아르네’와 결혼함. ‘파울 바라스’에 의해 이탈리아 원정군의 사령관으로 발탁됨.
- 1797년 오스트리아의 수도 빈을 점령함.
- 1798년 이집트의 피라미드 전투에서 승리함.
- 1799년 영국과 오스트리아가 동맹을 맺고 프랑스의 왕정복고를 명분으로 내세워 프랑스를 위협하자, 혁명 정부의 명령도 받지 않고 귀국함. 의사당에서 자신의 정부를 승인할 것을 요청하였으나 오백인회가 이를 거부하자 쿠데타를 일으켜

오백인회를 해산함. 3명의 통령들을 두는 새 헌법을 만들어 국민 투표에 부쳐 원로원으로부터 10년 임기의 제1통령으로 임명됨.

- 1800년 연합국에 강화를 제의하지만 거절당하자, 실패할 것이라는 주변의 만류에도 불구하고 알프스를 직접 넘어 마렝고 전투에서 오스트리아를 굴복시킴. 이때 “나의 사전에 불가능이란 없다.”라는 말을 남겼다고 함.
- 1801년 오스트리아와 강화하여 라인 강의 절반을 할양받음. 북이탈리아 등을 프랑스의 보호국으로 만들.
- 1802년 종신통령이 되어, 자신의 독재권을 더욱 강화함.
- 1804년 각 지역의 여러 가지 관습법과 봉건법을 하나로 통일한 최초의 민법전인 ‘나폴레옹 법전’을 제정함. 국민투표를 거쳐 황제로 즉위함.
- 1805년 트라팔가르 해전에서 넬슨이 이끈 영국 해군에게 완패함.
- 1806년 대륙봉쇄령을 내려 유럽 국가가 영국과 교역하는 것을 금지함. 프로이센이 영국, 러시아, 스웨덴과 더불어 대프랑스 동맹을 조직하자, 10월에 프로이센군을 물리치고 베를린에 입성함.
- 1807년 폴란드로 진격함. 프로이센을 구원하러 온 러시아군을 격파함. 프로이센의 영토를 축소시키고, 폴란드 지역을 하나로 묶어 바르샤바 대공국을 세움.
- 1808년 스페인을 점령함.
- 1810년 황후 ‘조제핀 드 보아르네’와 이혼하고, 오스트리아 황제의 딸 ‘마리 루이즈’와 혼인함.
- 1812년 60만 대군을 이끌고 대륙봉쇄령을 어긴 러시아를 공격하여 모스크바를 점령함. 러시아군이 퇴각하면서 도시와 곡식에 불을 질렀기 때문에 겨울을 넘기기 어려워 퇴각하다가 뒤쫓아 온 러시아군에게 대패함. 대프랑스 동맹이 새로이 결성됨.
- 1814년 대프랑스 연합군에 포위되어 3월에 파리가 함락됨. 나폴레옹은 퇴위를 강요당하여 지중해의 작은 섬인 엘바 섬으로 추방됨.
- 1815년 엘바 섬을 탈출하여 파리로 돌아와 복위하나, 워털루 전투에서 영국과 프로이센의 연합군에게 완패하여 백일천하가 끝남.
- 1821년 5월 5일 유배지 세인트 헬레나 섬에서 사망함.

(나) 손금에는 다음과 같은 것이 있다고 한다.

- 감정선: 마음의 움직임, 감정 등의 판단 근거
- 결혼선: 이성애에 대한 태도, 연애, 결혼 등의 판단 근거
- 권력선: 권력, 명예, 야심, 욕망 등의 판단 근거
- 두뇌선: 지능, 재능 등의 판단 근거
- 생명선: 건강, 체력, 수명의 장단 등의 판단 근거
- 운명선: 운세의 강약, 직업, 직장, 사회생활 등의 판단 근거
- 재운선: 금전운, 의식주 등의 판단 근거
- 태양선: 창의력, 인기, 재능, 명예, 행복 등의 판단 근거

문제 1. 나폴레옹이 자신의 목표를 이루기 위하여, 끊어져 있던 손금의 선을 칼로 그어 이었다는 이야기가 전해지고 있다. 제시문 (가)에 약술된 나폴레옹의 삶에서 중요하다고 생각하는 사건 하나를 들고, 그 사건과 관련하여 나폴레옹이 언제, 어떤 마음으로, 어느 손금을 바꾸었는지 제시문 (나)의 내용을 토대로 상상하여 서술하시오. 또한 ‘손금’은 나폴레옹에게 어떠한 의미가 있었는지 서술하시오. (800 ± 200자)

문제 2. 우리는 주변에서 손금을 보는 것과 같은 행위를 수없이 발견할 수 있다. 이와 관련된 구체적인 예를 두 가지 들고, 이 두 행위가 가지는 의미를 기술한 후, 인간이 이러한 행위를 하는 이유에 대해 논하시오. (1,000 ± 200자)

[조건 1] ‘손금을 보는 것’과 유사한 행위들의 분류 기준을 제시하고 서로 다른 유형에 속하는 사례를 들 것.

[조건 2] 두 가지 예 중 하나는 문제 1에서 서술한 손금에 대한 나폴레옹의 태도와 연관 지어 설명할 것.

[조건 3] 자신의 견해에 대한 예상 반론과 그것에 대한 반박을 포함시킬 것.

자연계열 논술고사 문항

【문항 1】

[제시문]

(가)

참쌀, 멥쌀, 보리, 밀가루 등을 찌서 누룩과 물을 섞어 발효시킨 우리나라 전통주는 국내는 물론 최근 해외에서도 큰 인기를 끌고 있다. 고등학교 과학시간에 발효과정을 공부하면서 맥주 제조과정에 대해 배운 적이 있었던 준수는 인터넷에서 찾은 ‘전통주 만드는 법’에 따라 전통주를 직접 만들어 보기로 하였다.

[전통주 만드는 법]

과정 1. 미리 준비한 고두밥^{주1)}과 잘게 부순 누룩^{주2)}을 물과 함께 잘 섞어 준 다음 깨끗이 소독한 항아리에 담는다.

과정 2. 항아리 입구는 무명이나 광목 보자기로 만든 덮개로 막은 후 고무줄 등을 사용하여 묶고 담요나 이불을 이용하여 항아리를 감싼다. 이렇게 준비한 항아리를 온도가 28~30℃ 정도 되는 장소로 옮긴다.

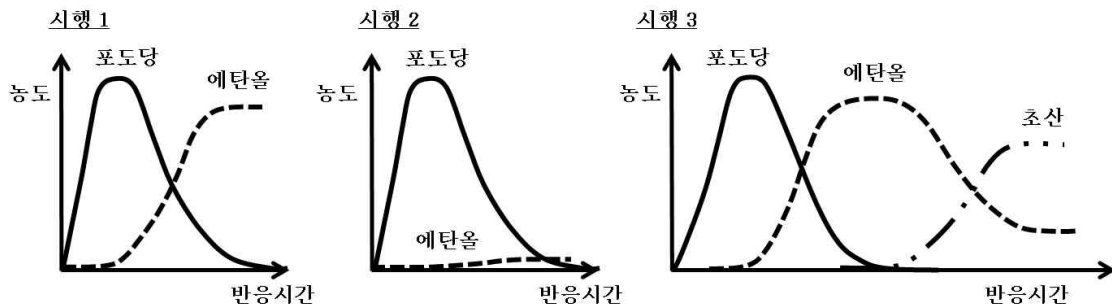
과정 3. 약 이틀이 지나면 부글거리며 거품이 생기는데 이런 현상이 며칠간(약 5~6일간) 유지되는지 관찰한다.

과정 4. 고운 삼베 또는 체를 이용하여 건더기와 불순물을 걸러내고 깨끗한 물로 희석하여 적절한 에탄올 농도를 갖춘 전통주를 완성한다.

주1) 고두밥은 쌀을 찌서 만드는데 물기가 적은 된밥의 일종이다.

주2) 누룩에는 곰팡이균과 유산균 및 효모 등 여러 미생물이 포함되어 있다.

준수는 위의 과정에 따라 전통주 만들기를 여러 차례 시도했으나 항상 동일한 결과를 얻지 못하였다. 이와 같은 현상을 이해하기 위해 항아리 속 수용액에 포함된 일부 물질들의 농도를 반응시간에 따라 측정하여 아래와 같은 결과를 얻었다.



[그림 1]

(나)

몇 년 후 준수는 제시문 (가)의 방식을 기반으로 제조한 전통주(상품명 ‘준수주(酒)’)를 제조하는 회사의 운영자가 되었다. 기존에 생산하던 전통주 외에 새로운 제품에 대한 수요를 조사하던 중, 다음의 조건을 갖춘 새로운 술을 원하는 소비자가 상당수 있음을 파악하였다.

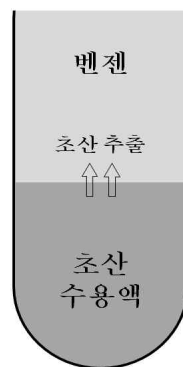
조건 1. 에탄올 농도가 40% 이상이 될 것.

(‘준수주’ 제조과정 중 얻을 수 있는 혼합용액의 에탄올 최고 농도는 약 15%이며 완제품 ‘준수주’의 에탄올 농도는 5%로 희석되어 있음)

조건 2. ‘준수주’와는 달리 물과 에탄올 그리고 향취를 결정하는 극미량의 저분자 유기화합물만이 포함되어 맑고 투명한 것.

(다)

‘준수주’를 상온에서 공기에 노출된 상태로 오래 보관할 경우 에탄올이 초산으로 전환되어 시큼한 맛이 난다([그림 1], 시행 3). 초산은 신맛과 관련된 카르복실($-\text{COOH}$)기를 갖고 있어 수용액에서 극성을 나타내고, 이로 인해 유사한 분자량을 갖는 무극성분자인 부탄(C_4H_{10})에 비해 훨씬 높은 ‘녹는점’과 ‘끓는점’을 갖는다. 또한 초산은 독특한 용해 특성을 가지는데, 이는 아래와 같은 추출 실험을 통해 확인해 볼 수 있다.



[그림 2] 벤젠을 이용한 초산의 추출 과정

위의 [그림 2]에 나타난 바와 같이 초산수용액에 무극성 용매인 벤젠(C_6H_6)을 첨가하여 충분히 흔들어 주면 물 분자와 다르게 초산 분자는 벤젠에 용해되어 초산을 추출해 낼 수 있다.

문제 1. [그림 1]의 '시행 1'과 '시행 2'의 결과가 다르게 나타난 이유와 원리를
제시문 (가)에 기술된 전통주 만드는 법의 각 단계별로 나누어 설명하시오.
(단, 과정 3에서 '부글거리며 거품이 생기는 현상'의 원인이 되는 기체의
종류와 발생량에 대한 추론을 반드시 포함하시오.)

문제 2. 준수는 제시문 (나)의 수요조사 결과를 반영하여 새로운 술을 생산하기로
결정하였다. 현재 생산하고 있는 전통주인 '준수주'의 생산시설을 가능한
적게 변경하여 생산하되, 새로운 공정은 '준수주' 제조에 사용된 효모를
포함한 미생물들의 재사용이 가능하도록 설계하고자 한다. 이러한 상황에서
적용할 수 있는 방법들을 제안하고 그 근거를 제시하시오.

문제 3. 제시문 (다)의 내용과 관련하여 다음 문제에 답하시오.

3-1. 물 분자와는 달리 초산 분자가 벤젠 용액에 용해되는 이유를 물, 초산 그리고
벤젠의 분자구조 및 분자 간 상호작용의 관점에서 추론하시오.

3-2. 문제 3-1의 이유를 실험적으로 입증하기 위하여 동일한 양의 초산을 함유하고
있는 수용액과 벤젠용액을 이용하고자 한다. 이에 적합한 실험원리를 제시
하고, 예측할 수 있는 실험결과를 초산이 벤젠에 용해되는 현상과 연관 지어
논하시오.

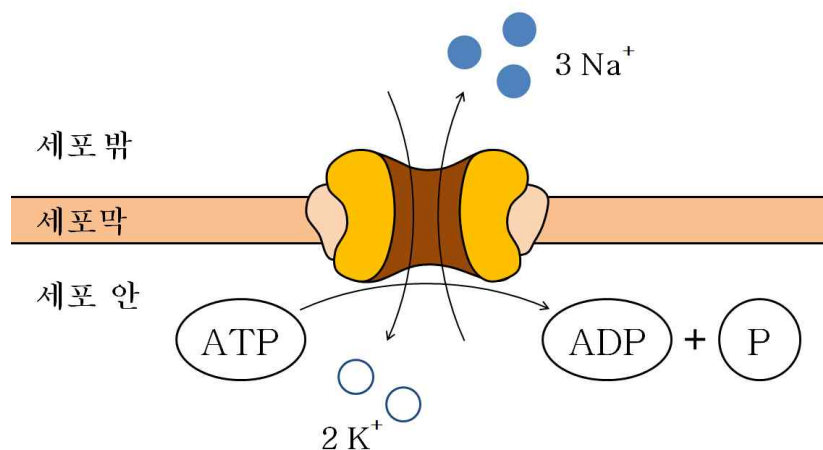
【문항 2】

【 제시문 】

(가)

남아메리카 아마존 유역에 서식하는 전기뱀장어와 우리나라 주변 해역에 사는 전기가오리는 전기적 충격을 먹이 사냥과 방어에 사용한다고 알려져 있다. 이 전기물고기들은 특수한 형태의 전기세포(electrocytes)를 이용하여 전기를 만들어 낸다. 전기세포는 기전력을 주는 전지의 역할을 한다.

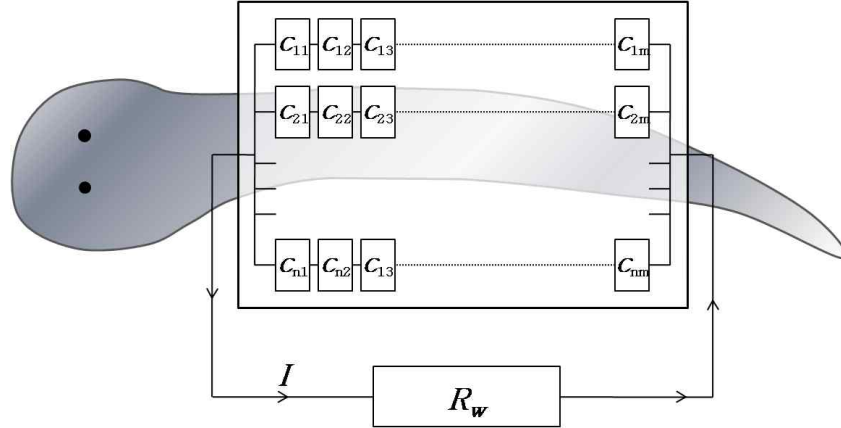
전기세포가 전기를 만드는 과정은 간단한 세포 모형으로 이해할 수 있다([그림 1] 참조). 뉴런의 세포막에 있는 것과 유사한 나트륨 펌프가 달려 있는 전기세포의 세포막 안쪽에 Na^+ , K^+ 이온들이 분포하고 있다. 휴지상태의 이온 농도는 세포막 안쪽이 $[\text{Na}^+] = 14 \text{ mM}$, $[\text{K}^+] = 160 \text{ mM}$, 세포막 바깥쪽이 $[\text{Na}^+] = 140 \text{ mM}$, $[\text{K}^+] = 4 \text{ mM}$ 이며, 이때 세포막 양쪽의 전위차는 -70 mV 로 유지된다. (mM은 몰농도의 단위로 $1 \text{ mM} = 10^{-3} \text{ mol/L}$ 이다.) 휴지상태의 세포에 외부 자극을 주면 나트륨 펌프는 1개의 ATP 당 3개의 Na^+ 이온을 세포 밖으로 내보내고, 2개의 K^+ 이온을 세포 밖에서 안으로 가져온다. 이 과정을 통해 세포막의 전위차는 $+80 \text{ mV}$ 로 변화하여 약 1 ms 동안 유지된 후, 다시 휴지상태로 돌아온다. ATP가 가수분해를 통해 얻을 수 있는 에너지는 세포 환경에 따라 다를 수 있는데, 이 전기세포에서의 ATP 에너지는 약 50 kJ/mol 이다.



【그림 1】

(나)

전기뱀장어를 [그림 2]와 같이 전기회로의 관점에서 생각해 보자.



[그림 2]

전기뱀장어의 전기세포 배열은 n 개의 행과 m 개의 열을 갖는 (n, m) 구조를 갖는다. 즉 ‘전기세포 m 개가 직렬로 연결된 줄’ n 개가 다시 병렬로 연결되어 있다. 여기서 전기뱀장어의 전기세포 총 수는 $N = nm = 6.4 \times 10^5$ 개다. [그림 2]에 표시된 외부저항 R_w 는 뱀장어를 감싸고 있는 물의 저항을 나타내는데, 그 크기는 물의 종류(예: 민물, 바닷물), 뱀장어의 크기와 자세 등에 따라 다른 값을 가질 수 있다.

$$\boxed{C_{ij}} = \boxed{\text{---} \left[\text{---} \left[\text{---} \right] \text{---} \right] \text{---}}$$

$C_{ij} (i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m)$ 으로 표시된 각 전기세포는 기전력 $v_c = 150 \text{ mV}$ 와 내부저항 $r_c = 250 \text{ m}\Omega$ 을 갖는다. 여기서 내부저항은 전기세포의 세포질, 세포의 물질, 세포막 등에 의한 것이다.

※ 참고사항

- 기체상수: $R = 8.3 \times 10^{-3} \text{ kJ/mol}\cdot\text{K}$
- 아보가드로 수: $N_a = 6.0 \times 10^{23} \text{ 개/mol}$
- 전자의 전하량: $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$
- 패러데이 상수: $F = eN_a = 96 \text{ kJ/V}\cdot\text{mol}$
- $\ln x \cong 2.3 \log_{10} x$

문제 1. 제시문 (가)에 근거하여 전기세포가 $v_c = 150\text{mV}$ 의 기전력을 만들어내는 과정을 설명하고, 이때 ‘ATP 에너지’가 필요한 이유를 논하시오.

문제 2. 전기뱀장어의 방전은 연속적인 형태가 아닌 ‘일정 전압이 $\Delta t = 1\text{ms}$ 동안 유지되는’ 펄스 형태로 이루어진다. 외부저항 값이 $R_w = 740\Omega$ 이고 전기세포 배열은 $(n_0, m_0) = (128, 5000)$ 이라고 하자. 이 전기뱀장어가 각 펄스 당 ① 방전하는 전하량 Q_p , ② 물에 방전된 에너지, ③ 충전에 소모한 ATP 에너지의 전체 크기를 확인한 후, 그 결과에 근거하여 문제 1에서 논의한 전기세포의 ATP 에너지 공급과 그 효율에 대해 논하시오. 단, 설명 과정에서 구체적인 숫자가 들어간 계산은 다음 예시와 같이 대략적으로 할 수 있다.

(예시)

- $(3 \times 10^{-5}) \times (7 \times 10^2) = 2 \times 10^{-2}$
- $(2 \times 10^3) \div (3 \times 10^{-1}) = 7 \times 10^3$
- $(5 \times 10^{-1}) + (7 \times 10^{-2}) = 6 \times 10^{-1}$

문제 3. 전기세포가 견딜 수 있는 전류의 최댓값을 $i_c = 15\text{mA}$ 라고 하자. 외부 저항 값이 민물에서는 $R_w = 624\Omega$, 바닷물에서는 $R_w = 1.56\Omega$ 이라고 가정할 때, 전기뱀장어가 몸 밖으로 방출하는 전류 I 를 최대로 하는 전기세포의 배열 (n_1, m_1) 을 민물과 바닷물에 대해 각각 설명하시오.

【문항 3】

[제시문]

(가)

함수 \log_2 를 정의하려면 우선 지수함수 $h(t) = 2^t$ 과 그 성질을 알아야 한다. 지수함수의 특성 중 하나는, 양수 a 가 주어졌을 때, t 에 관한 방정식 $2^t = a$ 의 근이 하나만 존재하는 것이다. 만약 $2^b = a$ 이면, $b = \log_2(a)$ 로 표기하고 b 를 2를 밑으로 하는 a 의 로그라고 부른다. $y = \log_2(x)$ 는 함수이지만 $\log_2(5)$ 의 근삿값을 구하는 것도 쉬운 일이 아니다. 그럼에도 불구하고 우리는 함수 \log_2 의 성질을 지수함수 h 의 성질로부터 이끌어낼 수 있다.

(나)

우리는 일상생활에서 ‘기하급수적으로 증가한다’ 또는 ‘지수함수적으로 증가한다’라는 표현을 자주 사용한다. 이러한 표현은 지수함수가 다항함수보다 매우 빠르게 증가한다는 뜻을 내포하고 있다. 예를 들어, 짧은 기간에는 이자율이 높은 단리 예금이 더 유리할 수도 있겠지만, 많은 경우에는 단리예금보다 복리예금이 유리할 것으로 기대한다. 이러한 선택의 이면에 있는 수학적 문제를 생각해 보자.

지수함수와 다항함수의 크기를 비교할 때, 우리는 다음 식

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{t^a}{e^t} = 0 \quad (\text{단, } a \text{는 양의 실수})$$

을 먼저 떠올리게 된다. 이 식의 의미는 주어진 a 가 아무리 크더라도 큰 t 에 대해서 e^t 은 t^a 에 비해 비교할 수 없을 정도로 크다는 것이다.

그렇지만 $a > 0$ 가 주어졌을 때, e^t 이 t^a 보다 작은 경우도 있다는 점에 조심해야 한다(예: $e^2 < 2^5$). 따라서 자연스럽게 다음과 같은 미완성 명제를 생각해 볼 수 있다.

미완성 명제: $a > 0$ 일 때, $t > (\quad)$ 이면, $e^t > t^a$ 이다.

위의 괄호 안에는 a 에 관한 표현이 들어가야 할 것이다.

(다)

$a > 0$ 가 주어졌을 때, t 에 관한 방정식 $e^t = t^a$ 의 양의 근이 존재하면(논제 1 참조), 그 중 가장 큰 근을 $f(a)$ 라고 하자. 즉 b 가 $e^b = b^a$ 을 만족시키는 가장 큰 양수이면 $b = f(a)$ 이다. 그러면 f 를 적당한 실수의 구간을 정의역으로 갖는 함수로 인식할 수 있을 것이다(논제 2 참조). 함수 f 를 생각하는 이유는 제시문 (나)의 미완성 명제의 괄호 안에 들어갈 최선의 답이 $f(a)$ 이기 때문이다. 그러나 $f(a)$ 를 a 의 식으로 달리 표현하는 방법을 모를 뿐만 아니라, 계산기 없이는 $f(5)$ 의 근삿값을 구하는 것도 쉬운 일이 아니다.

논제 1. $a > 0$ 일 때, t 에 관한 방정식 $e^t = t^a$ 이 몇 개의 양의 근을 갖는지 설명하시오.

(도움말: 물론 양의 근의 수는 a 에 따라 다를 것이다. $\frac{\ln t}{t}$ 또는 $\frac{t}{\ln t}$ 또는 $\frac{t^a}{e^t}$ 의 그래프를 생각하시오.)

논제 2. 제시문 (다)의 함수 f 의 정의역 I 를 찾고, 함수 $y = f(x)$ 의 그래프의 개형을 그리시오. 만약 변곡점이 존재한다면 변곡점의 좌표도 찾으시오.

논제 3. $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{f(x)}{x \ln x} = 1$ 임을 보이고, $x \in I$ 이면 $1 \leq \frac{f(x)}{x \ln x} \leq \frac{e}{e-1}$ 임을 설명하시오.

논제 4. $\lim_{A \rightarrow \infty} \int_e^A \left(\frac{1}{x \ln x} - \frac{1}{f(x)} \right) dx$ 를 찾으시오.

【문항 4】

[제시문]

(가)

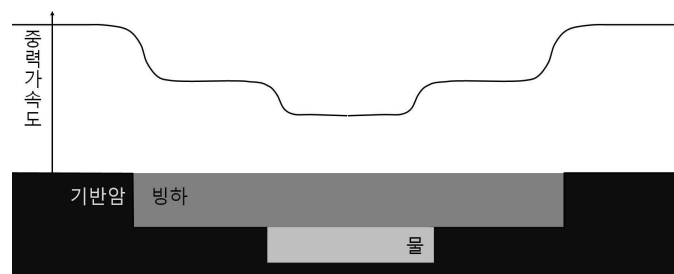
K-Ar 연대측정법은 절대적인 연대측정을 위해 사용된다. 칼륨(K)은 지각 속의 가장 풍부한 원소 중 하나로 거의 모든 광물 속에 들어있다. 칼륨은 자연 상태에서 방사성 칼륨 ^{40}K 원자를 드물게 함유하고 있으며, 자연 붕괴되는 ^{40}K 10개 중 1개가 아르곤(^{40}Ar)으로 된다. 아르곤은 비활성기체로서 지표에서 용암류 암석이 형성될 때 쉽게 빠져나가 화산암이 결정체로 형성될 때는 농도가 거의 영(0)으로 떨어진다. 그 후 암석 내 ^{40}K 의 붕괴가 계속되면서 ^{40}Ar 이 생성되고 암석 내에 갇혀있게 된다. 따라서 암석이 형성된 이후로 존재하는 ^{40}K 에 대한 ^{40}Ar 의 비율을 측정하면 암석의 연령을 알 수 있다. 참고로 ^{40}K 의 반감기^{주1)}는 12.5억 년이다.

주1) 방사성 물질은 원자핵들이 불안정하여 붕괴를 계속하고, 시간이 흐름에 따라 그 수가 지수 함수적으로 감소한다. 어느 정도 시간이 흐르면 그 물질이 반으로 줄어드는데, 그 때까지 걸리는 시간을 반감기라고 한다. 일반적으로 반감기가 T 인 방사성 원소의 처음 양을 N_0 라고 하면,

t 시간 후에 붕괴되지 않고 남아 있는 원소의 양 N 은 $N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}$ 이 된다.

(나)

중력은 질량을 가진 물체들이 서로 끌어당기는 힘이다. 질량이 큰 물체는 큰 중력을 만든다. 지구와 다른 행성 간에 작용하는 중력을 연구하는 것처럼, 우리는 중력을 종종 무척 큰 스케일에서 다루곤 한다. 이런 상황을 다룰 경우 우리는 지구가 만들어 내는 중력의 크기가 일정하다고 가정한다. 하지만 중력은 균일하게 분포되어 있는 것은 아니다. 왜냐하면 산, 평야, 계곡이나 바다와 같은 지리적인 차이에 따라 지표면의 각 지점마다 서로 다른 질량 분포를 갖고 있기 때문이다. 이러한 질량 분포의 미세한 차이가 중력의 미세한 차이를 만들어낸다. 이러한 중력의 차이는 접근하기 쉽지 않거나 물이나 얼음에 의해 숨겨져 있는 영역을 측정하고 이해하는 데 중요한 방법을 제공해 준다. 예를 들어, 과학자들은 해저산맥 위에서는 중력이 약간 크다는 사실을 이용하여 해저 표면의 지도를 만든다. 극지방에서는 이러한 중력 자료를 통해 빙하 아래에 숨겨져 있는 화산이나 단층 구조 또는 물을 찾아내거나, 빙하 아래에서 일어나는 현상들을 분석할 수 있다.



위의 그림은 기반암 위에 놓여 있는 빙하 위를 비행하면서 중력을 측정하는 그림이다. 빙하의 밀도가 기반암보다 작기 때문에 빙하위에서의 중력은 기반암에서보다 더 낮게 측정되고, 만약 빙하 아래 물이 있다면 측정되는 중력은 좀 더 낮아지게 된다.

(다)

지구의 기후와 환경변화는 매우 다양한 변수들에 의해 결정되며, 양적 피드백, 음적 피드백이 복잡하게 연결되어 있다. 태양 복사에너지를 받고 자체 복사에너지를 내놓는 지구는 넓은 의미에서 열평형상태를 이루고 있고, 다양한 순환과정을 통해 열에너지의 균형을 맞춘다. 피드백을 통한 지구 기후의 안정화는 인류의 생존에 매우 중요한 요소이다. 따라서 안정화에 위협이 될 만한 요소가 존재하는지를 미리 예측하고 이에 대비하는 것이 필요하다.

현재 지구는 빙하기가 최절정이던 1만 8천 년 전에 비해 평균기온이 약 10~20 °C 상승하였고 평균 해수면이 120m 상승하였다. 최근 100년 동안은 평균기온이 약 0.6 °C 상승했음이 확인되었고, 앞으로 100년 후에는 약 1~4 °C의 평균기온 상승이 예상되고 있다. 기온 상승과 더불어 해수의 약 20%에 해당하는 표층수의 평균수온도 상승한다. 100년간 기온과 표층수온이 1 °C 상승할 경우 물의 열팽창 효과만으로도 해수면은 약 10cm 상승한다. 대륙 빙하는 녹는 양과 적설량이 균형을 이룰 때 그 양이 유지되지만, 최근에는 매년 적설량에 비해 빙하 녹는 양이 약 2,000억 톤 더 많아 결과적으로 해수면을 변화시킬 수 있다.

해수면 변화의 대표적인 요인으로는 온도상승으로 인한 해수의 열팽창, 대륙 빙하의 용해(녹음), 평균습도의 변화 등을 들 수 있다. 그러나 기온상승은 구름 생성 및 빙하의 용해 등에 영향을 주어 기후와 해수순환 변화가 발생할 수 있다. 따라서 해수면 상승을 정확히 예측하기 위해서 통합적인 지구시스템 이해가 필요하다.

(라)

해수 표면에서 수온과 염분이 변하여 해수의 밀도가 커지면 무거워진 해수가 가라앉으면서 연직 방향의 해수 흐름을 일으킨다. 이 흐름은 수온과 염분 변화에 의한 밀도차가 원인이며, 수온 약층 아래까지 일어나고 매우 느리기 때문에 직접 측정하기가 어렵다. 해양은 대기와 끊임없이 열과 물을 서로 교환하므로 표층 해수의 온도와 염분은 일정하지 않다. 그러나 해수가 침강하면 더 이상 대기와 열 교환이 일어나지 않고 주변 해수와도 쉽게 혼합되지 않으므로 수온과 염분은 거의 변하지 않는다. 세계 해양에서 고밀도의 해수가 만들어져 침강하는 해역은 남극 대륙 주변의 웨델 해와 북대서양의 그린란드 해 주변으로, 이곳에서 침강한 해수가 퍼져 나가 전 세계 해양의 심해수를 이루며 순환한다. 겨울철(7~9월)에 남극 대륙 주변의 해수

온도가 낮아져서 결빙하면 주변 해수의 염분은 높아지고, 밀도가 커진 표층 해수는 해저까지 가라앉아 남극 저층수를 이루어 순환한다. 이러한 순환은 표층 순환과 서로 연결되어 있어 전체 해양에서 큰 순환을 이루고 있음이 밝혀졌고, 저위도에서 고위도로 열에너지를 수송하여 적도-극지방간의 열수지 불균형을 해소시키고 해양의 열이나 산소와 영양 염류와 같은 물질을 운반하는 데 중요한 역할을 한다. 만약 이 순환이 끊기면 적도와 극지방 사이의 열 흐름이 약해져서 수온 차이가 커질 수 있다.

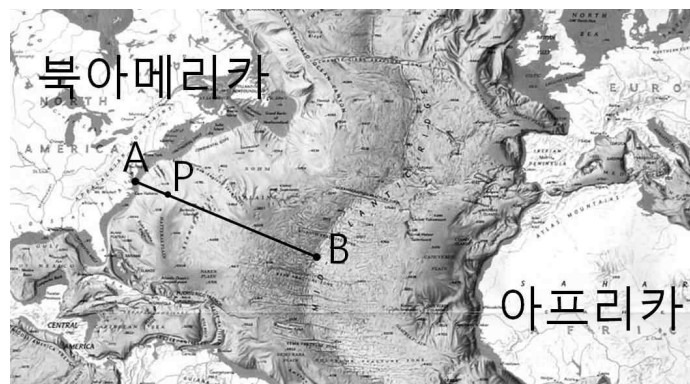
문제 1. 대륙의 이동과 분포 양상은 장기적인 지구 기후 변화를 야기하며 빙하의 생성과 소멸에도 영향을 미칠 수 있다. 오랜 지질 시대 동안의 대륙 이동을 연구하기 위해서는 연대 측정이 필요하다. 중앙 해령으로부터 2,500 km 떨어져 있는 지점(아래 그림에서 P)에서 해저 지각 시추를 통해 현무암 샘플을 채취하였다. 이 현무암 샘플 속에 있는 ^{40}K 에 대한 ^{40}Ar 의 비율이 0.0060으로 측정되었다. 이 암석의 생성시점과, 해저확장속도가 일정하다고 할 때 대서양의 생성시점이 언제인지 추정하시오. 아래 그림에서 A와 B의 거리는 3,000 km이다.

필요할 경우 $\ln 2 = 0.70$ 을 사용할 수 있고, x 의 크기가 1에 비해 충분히 작을 경우 $\ln(1+x) = x$, $\left(\frac{1}{2}\right)^x = 1.00 - 0.70x$ 의 근사를 사용할 수 있다. 설명 과정에서 구체적인 숫자가 들어간 계산은 다음 예시와 같이 대략적으로 할 수 있다. (단, 유효숫자 2자리)

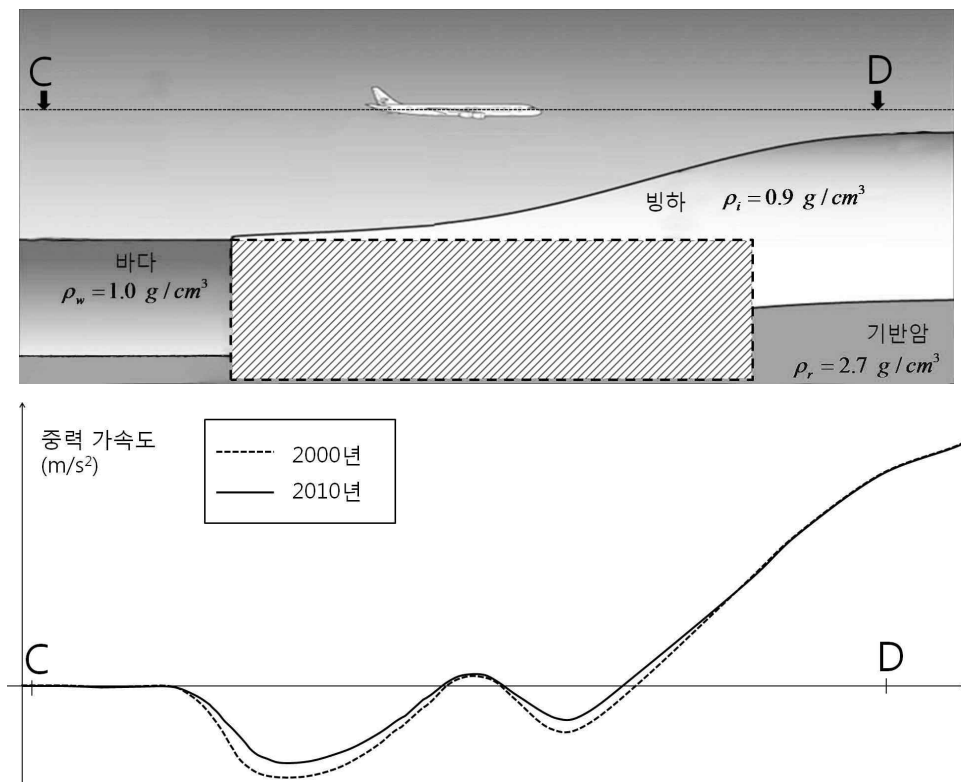
(예시)

$$\cdot (3.1 \times 10^{-5}) \times (7.1 \times 10^2) = 2.2 \times 10^{-2}$$

$$\cdot (5.0 \times 10^{-1}) + (7.3 \times 10^{-2}) = 5.7 \times 10^{-1}$$



문제 2. 아래 그림의 CD구간을 2000년과 2010년에 동일한 고도로 비행하면서 중력 가속도를 측정하여 아래 그래프를 얻었다. 빗금 친 부분에서 두 시기 사이에 어떠한 변화가 있었는지를 추론하시오. 단, 이 지역에서는 지진이 발생한 기록이 없었고, 빙하표면의 높이 변화도 없었으며, 빙하의 폭에 비해 비행기의 고도는 매우 낮았다. 또한 중력 가속도를 측정하는 기기의 오차는 없는 것으로 가정한다.



문제 3. 해수면 상승은 여러 가지 요인들에 의해 영향을 받아 정확한 예측이 어렵다. 대략적인 크기를 추산하여 어떤 요인이 중요한지를 파악하고, 실제 지구에서 일어나는 피드백에 대해 생각해 보자.

3-1. 아래 <표 1> 및 <표 2>를 참조하여 100년간 기온이 1℃ 상승할 경우 열팽창 이외의 요인에 의한 해수면의 변화를 알아보자. 기압과 빙하의 융해속도는 일정하다고 가정하고, 대기권 밖으로 사라지는 수증기는 무시한다. 현재 평균 상대습도 50%가 그대로 유지되는 경우와 60%, 40%로 변하는 경우에 대해 해수면 높이 변화를 각각 추산하고 그에 대해 논하시오. (단, 유효숫자 2자리)

<표 1> 지구상의 물 분포

구분	해수	빙하	수증기	기타
비율(%)	97	2.0	0.0014	-

<표 2> 해수면 변화 추산을 위한 자료

지구 반경	해양 평균수심	지구표면 중 해수면 비율	포화증기압 변화율
6,400 km	4.0 km	70 %	4.0 %/℃

3-2. 해수면의 높이 변화를 정확히 예측하려면 문제 3-1에서 다룬 것보다 더 많은 요소들을 생각하여야 한다. 일례로 제시문 (라)의 순환만을 추가로 고려하더라도 해수면 높이의 변화를 예측하는 것이 매우 어려워진다. 그 이유를 빙하의 융해와 관련지어 논하시오.