

2009학년도 다면사고형 논술 자료집



2008. 5.

연세대학교 입학처

목 차

I. 인문계열

1. 논술 문제	-----	3
2. 출제의도·제시문 설명·채점기준	-----	10
3. 답안사례 및 평가	-----	14

II. 자연계열

1. 2009학년도 논술 모의고사 문제	-----	29
2. 출제의도·제시문 설명·채점기준	-----	35
3. 답안사례 및 평가	-----	46

III. 논술모의고사 채점결과 분석	-----	74
---------------------	-------	----

1. 인 문 계 열

1. 논술 문제

가. 2008학년도 논술 2차 예시 문제(2007.6)

※ 아래 제시문을 읽고 문제에 답하시오. (세 문제 모두 답하시오.)

<제시문 1>

다음의 두 가지 사실에 대해서는 논란의 여지가 없을 것이다. 즉 변화하는 다양한 생존 조건 아래서 유기체들의 구조는 거의 모든 부분에 걸쳐 개체적 차이를 나타낸다. 또한 유기체들의 수가 기하급수적으로 증가함에 따라 일정한 나이나 계절 또는 해에 극심한 생존 경쟁이 일어난다. 이 두 가지가 사실이라면, 모든 유기체들이 서로에 대해서나 생존 조건에 대해서 맺고 있는 관계가 무한히 복잡하다는 점을 고려해 볼 때, 인간에게 많은 유용한 변이가 일어나는 것과 같은 방식으로 각 생물에게도 그 자신의 번영에 유용한 변이가 일어나리라고 가정하는 것은 매우 당연한 일일 것이다. 그런데 만일 어떤 유기체에게 유용한 변이가 실제로 일어난다면, 그러한 특징을 가진 개체는 생존 경쟁에서 살아남을 가장 좋은 조건에 놓이게 될 것이 틀림없다. 그리고 확고한 유전의 원리에 따라 그 개체들은 비슷한 특징을 지닌 자손을 낳는 경향을 보일 것이다. 이러한 보존의 원리 또는 최적자의 생존을 일컫어 나는 ‘자연선택’이라고 부른다. 자연선택은 각각의 생물을 그 유기적·비유기적 생존 조건과의 관계에서 개량함으로써 그것들을 진보로 이끈다. 그럼에도 불구하고 만일 단순하고 하등한 형태들이 그들의 단순한 생존 조건에 잘 적응되어 있다면 이 형태들은 오랫동안 지속될 것이다.

<제시문 2>

자연선택의 구체적인 예를 들어보자. 시베리아 지역의 경우, 빙하기가 도래하면서 기온이 떨어지자 털이 거의 없는 코끼리와 상대적으로 털이 더 많은 코끼리 가운데 후자가 생존에 유리했고, 일반적으로 이 무리의 코끼리가 더 많은 자손을 남겼다. 수많은 세대를 거치면서 시베리아에는 진화를 통해 코끼리에서 유래된 자손, 즉 털이 난 매머드들이 살게 되었다. 하지만 털이 난 매머드가 털 없는 코끼리보다 전체적으로 더 낮거나 전반적으로 더 우월한 것은 아니다. 매머드의 ‘향상’은 전적으로 기후가 추워진 지역에 국한된 이야기이다. 털이 거의 없는 코끼리 조상은 따뜻한 지역에서 여전히 더 유리하다. [...]

이러한 국지적인 적응의 어떤 면도 일반적 진보(이 모호한 단어를 어떻게 정의하든지)를 보증하지 않는다. 국지적인 적응이 더 복잡하게 되는 정도에 비례해서 생물

은 해부학적으로 단순하게 될 수도 있다. 대표적인 기생생물인 사쿠리나 성체는 따개비의 계통인데 숙주인 계의 배 밑에 붙은 무정형의 생식 기관 주머니처럼 보인다. 이것은 분명히 (적어도 우리의 가치 기준으로는) 추악한 기관이지만 배 밑바닥에 붙어 물속에서 다리를 휘저으며 먹이를 찾는 따개비 종류보다 해부학적으로 훨씬 단순한 형태이다.

환경이 생물에 진보적인 변화를 일으키는 방향으로 계속 변해가는 일은 가능하지 않다. 어느 지역에서건 지역적인 환경 변화는 지질학적 연대에 따라 무작위적으로 일어난다. 바다에 잠겼던 곳이 육지가 되기도 하고 육지가 물에 잠기기도 하며 날씨가 추워지기도 하고 더워지기도 한다. 생물이 자연선택에 의해 그 지역의 환경변화를 따라가는 것이라면 그 지역 생물의 진화적 변화도 당연히 무작위적일 수밖에 없다.

<제시문 3>

인류 문화의 서광은 사람이라는 자각에서 비롯하며, 인격적 노력으로써 내적 연마와 외적 제복(制服)을 누적하는 데 그 발달과 생장이 있었다. 흩어져 있던 개별 인간이 점차로 집단을 이루어 집단이라는 자각을 가지고 공통한 감정과 공통한 욕구으로써 공통한 목적을 위하여 공통한 정성과 힘을 기울이는 동안에 씨족 관계가 생기고, 민족 관계가 생기고, 사회가 되고, 국가가 되었다. 씨족에서고 민족에서고, 국가라고 사회라고 그것을 조성한 각 분자가 그 집단의 일원이라는 자각이 명확한가에 따라 그 운명이 성쇠영고를 드러내게 되었다. 즉 집단적 통일의 공고함의 정도 여하에 따라 흥폐존망이 양극으로 나뉘었다. 이렇게 집단생활의 여러 단계를 곁로루 밟는 동안에 감정의 순화(醇化)와 지능의 속달(速達)을 이룬 자가 문화의 강자로 세계에서 큰 체를 하게 되었다. 이것이 곧 우주의 생명력이 점차로 개현(開顯)되어 가는 정당한 순서에 부합하는 까닭이다.

일체의 문화적 현상은 인성자연(人性自然)이 열려 펼쳐진 것이다. 당연히 필 꽃이 인연과 시기가 맞아 피게 되는 것이다. 그 인연을 가깝게 하고 그 시기를 빠르게 하는 것이 민족의 성능이다. 민족의 성능은 지리적 조건이나 경제적 정형(情形) 같이 물리적이고 기계적인 것에 크게 구속을 받지만, 또 동시에 인성의 일부인 창조력, 탄발력(彈撥力), 응화력(應和力)의 발동 정도 여하에 의해 환경과 사세(事勢)에 대하여 어느 정도 합당한 개화를 베풀 수 있다. 이 능력의 발휘는 일 민족, 일 국가의 역사에 영광과 명예를 얻는 것이다. 가장 험악한 국면을 헤치고 가장 어려운 업적을 이루는 곳에 가장 큰 영예가 있다. 그것은 마치 가장 어두운 구름 속에서 가장 빛나는 번개가 치는 것과 같다.

그 대신 이러한 제약 하에 있으면서 줄곧 끌려 다니기만 하는 자에게 응당한 보답으로 주어지는 것은 수치와 굴욕과 고민과 신음이다. 역사의 교훈적 방면에서 가장 중요한 점이 이것이다.

<제시문 4>

옛날에 공자가 노(魯)나라 사제(蜡祭)의 빈(賓)이 되었다. 공자는 일을 마치고 밖으로 나와 성문의 관 위에서 쉬고 있다가 “아아!”하고 탄식하였다. 공자는 아마 노나라의 일을 탄식했을 것이다. 언언(言偃)이 곁에 있다가 말하였다. “군자께서는 무엇을 탄식하십니까?” 공자가 말씀하였다. “옛날 큰 도가 행해진 일과 3대[하, 은, 주]의 영현(英賢)한 인물들이 때를 만나 도를 행한 일을 내가 비록 눈으로 볼 수는 없었으나 3대의 영현들이 한 일에 대해서는 기록이 있다. 기록에 따르면, 큰 도가 행해진 세상에서는 천하가 모두 만인의 것이었다. 사람들은 현자(賢者)와 능자(能者)를 선출하여 관직에 임하게 하고, 온갖 수단을 다하여 상호간의 신뢰친목(信賴親睦)을 두텁게 하였다. 그러므로 사람들은 각자의 부모만을 부모로 하지 않았고 각자의 자식만을 자식으로 하지 않았으며, 노인에게는 생애를 편안히 마치게 하였으며 장정에게는 충분한 일을 시켰고, 어린이는 마음껏 성장할 수 있게 하였으며 과부, 고아, 불구자 등은 고생 없는 생활을 하게 하였고, 성년 남자에게는 직분을 주었으며, 여자에게는 그에 합당한 남편을 갖게 하였다. 재화(財貨)라는 것이 헛되이 낭비되는 것을 미워하였지만 단지 자기만 사사로이 독점하지 않았으며, 힘이란 것은 사람의 몸에서 나오지 않으면 안 되는 것이지만 그 노력을 단지 자기 자신의 사리(私利)를 위해서만 쓰지는 않았다. 모두가 이러한 마음가짐이었기 때문에 [사리사욕에 따르는] 모략이 있을 수 없었고, 절도나 폭력도 없었으며 아무도 문을 잠그는 일이 없었다. 이것을 대동(大同)의 세상이라고 말하는 것이다.”

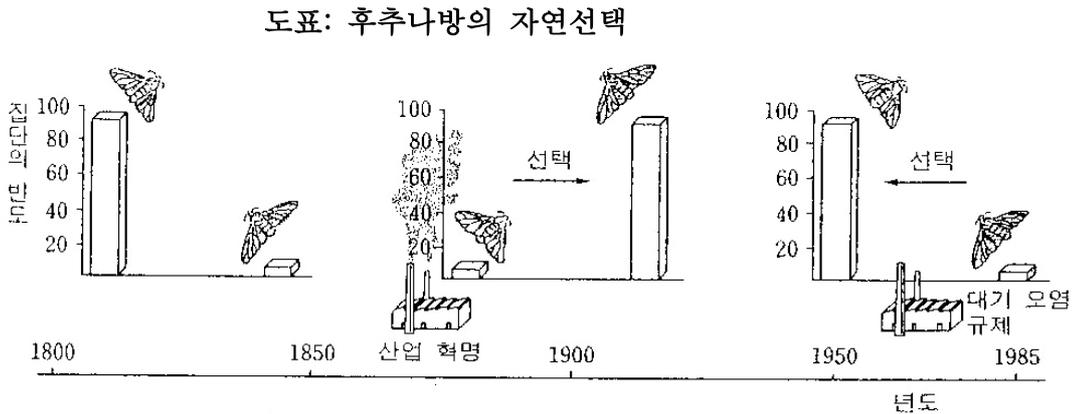
“지금 세상은 대도(大道)는 이미 없어지고 사람들은 천하를 한 집으로 생각하였다. 그래서 각기 내 부모만을 부모로 생각하고 내 아들만을 아들로 생각하였으며, 재화를 사유(私有)하고 노력은 사리(私利)를 위해서만 사용된다. 천자와 제후들은 세습하는 것을 예의로 알며, 성곽과 구지(溝池)를 외적으로부터 스스로 지켜야 한다고 알고 있다. 예의를 기강으로 내세워 그것으로 임금과 신하의 분수를 바로 잡으며, 부자(父子)를 돈독하게 하고, 형제를 화목하게 하며, 부부를 화합하게 한다. 제도를 설정하고 전리(田里)를 세우며 지혜와 용맹을 존중하고, 공(功)은 자기를 위한 일에 이용한다. 간사한 피가 이 때문에 일어나고 전쟁도 이로 인해 일어난다. 우왕(禹王), 탕왕(湯王), 문왕(文王), 무왕(武王), 성왕(成王), 주공(周公)은 이 예도(禮道)를 써서 뛰어난 업적을 이루었다. 이 여섯 사람의 군자들 가운데 예를 삼가지 않은

사람은 없다. 즉 이들 여섯 왕은 모두 예의를 지킨 사람들이고, 예의로써 각자의 도를 헤아렸으며, 백성의 신망을 모았고, 적의 죄과를 밝혔으며, 인애(仁愛)와 겸양(謙讓)의 도를 강설(講說)하여 백성들에게 보여주었다. 만일 이 법에 따르지 않는 자가 있으면 권세의 지위에 있는 자라 할지라도 백성들로부터 배척당하여 끝내는 멸망할 것이다. 이러한 세상을 소강(小康)의 세상이라고 한다.”

- * 사제(蜡祭): 12월에 만신(萬神)을 합하여 행하는 제사
- * 소강(小康): ‘조금 편안하다’ 또는 ‘겨우 편안하다’는 뜻이다.

문제 1

<제시문 1>과 <제시문 2>에 의거해서 아래의 도표에 나타난 변화를 설명하고, 두 제시문의 논점의 차이를 지적해 보시오(800자 내외).



(위의 도표에서 왼 쪽은 흰색나방, 오른 쪽은 검은색 나방을 의미한다.)

문제 2

<제시문 3>에 나타난 인류 역사의 발전에 대한 주장이 <제시문 1>에 나타난 생물의 진화에 대한 주장과 어떤 공통점과 차이점을 보이는지 비교·분석하시오(800자 내외).

문제 3

<제시문 3>과 <제시문 4>의 주장을 대비하면서 ‘사회와 문화는 진보해왔는가?’라는 질문에 대해 자신의 생각을 서술하시오(1,000자 내외).

나. 2009학년도 논술 모의고사 문제(2008.3.22)

※ 아래 제시문을 읽고 문제에 답하시오. (두 문제 모두 답하시오.)

(가)

개인의 가치판단이 학문적 주장에 영향을 미치는 것은 분명하다. 그로 인해 끊임 없이 혼동이 야기되었으며, 심지어 사실들 간의 간단한 인과관계를 확정하는 것에 이르기까지 과학적 주장에 다양한 해석들이 개입되기에 이르렀다. [...중략...]

우리가 해결해야 할 현실 문제에 대한 규범적 가치의 공감대를 만드는 것은 결코 경험적 학문의 과제가 될 수 없다. 그것은 이루어질 수 없을 뿐 아니라 전혀 무의미하다. 경험적 분석에 근거해서 특정한 문화적 가치를 바람직한 규범으로 도출하는 일은 불가능하다. 문화적 가치의 내용에 대해 무조건적으로 타당한 윤리적 의무를 부여할 수 있는 것은 오직 종교뿐이다. [...중략...]

지식의 나무를 먹고 자란 시대에 사는 우리는 세상에 대한 분석 결과로부터 세상의 의미에 대해 아무 것도 배울 수 없는 운명이다. 우리는 경험적 지식이 점점 늘어난다고 해서 인생과 세상만사에 대한 보편적인 가치판단이 등장할 것으로 보지 않는다. 우리가 분명히 인정해야 할 점은, 인생과 세상만사에 대한 보편타당한 견해가 경험적 지식이 축적된 결과가 절대 아니라는 것이다. [...중략...] 경험적 지식과 가치판단을 구별할 수 있는 능력, 그리고 사실에 근거한 진실만을 추구하는 과학적 의무의 이행이 바로 우리가 행해야 할 것이다.

(나)

왕건이 궁예의 여러 장수들 중 하나로서 궁예의 은총을 받아 대병(大兵)을 맡게 되자, 드디어 궁예를 쫓아내어 객사(客死)하게 하고 또한 ‘이신시군(以臣弑君)’의 죄를 싫어하여 전력을 기울여 궁예를 죽이지 않으면 안 될 죄를 만들어 냈다.

고려의 사관(史官)은 ‘궁예는 신라 헌안왕(憲安王)의 자식인데, 왕은 그의 생일이 5월 5일임을 미워하여 내다 버렸다. 궁예가 이를 원망하여 군사를 일으켜 신라를 쳐서 멸망시키려 하였는데 그는 어느 절에서 벽에 그려져 있는 헌안왕의 초상화까지 칼로 찼다.’고 하였다.

그리고는 더욱 확실한 증거를 만들기 위하여, ‘궁예가 태어난 뒤에 헌안왕이 엄히 명령을 내려 궁예를 죽이라고 하였는데 궁녀가 누대 위에서 아래로 궁예를 던지니, 아래에서 유모가 받다가 그만 잘못하여 손가락이 그의 한쪽 눈을 찔러 눈을 잃어버리고 말았다. 그 유모가 비밀히 그를 길러냈는데 그가 10여 세가 되어 장난이 심하였다. 이에 그 유모가 울면서 “왕이 너를 버리신 것을 내가 차마 그냥 두고 볼 수 없어서 몰래 길렀는데 이제 네가 미친 듯이 멋대로 행동함이 이와 같으니 만일 남이 알면 너와 나는 다 죽을 것이다.”고 하니, 궁예가 듣고 울며 머리를 깎고 중이 되었다.’ [...중략...]

만약 사관의 말이 맞는다면, 궁예가 비록 현안왕의 아들이라 하더라도 그가 태어난 날 누대 위에서 죽으라고 던진 날부터 이미 부(父)라는 명의(名義)가 끊어진 것이니, 궁예가 현안왕의 몸에 직접 칼질을 하더라도 시부(殺夫)의 죄가 될 수 없고, 신라왕의 능(陵)과 도읍을 유린하더라도 조상들을 욕보인 죄를 논할 수 없을 터인데, 하물며 왕의 초상화를 치고 문란한 신라를 혁명하려고 한 것이 무슨 큰 죄나 논란거리가 되겠는가.

그렇지만 고대의 좁은 윤리관으로는 그 두 가지 일 - 현안왕의 초상화를 칼로 친 일과 신라에 대한 불공(不恭) - 만으로도 궁예에게는 죽어도 남을 죄가 있는 것이니, 죽어도 죄가 남을 궁예를 죽이지 못할 게 무엇이라.

이리하여 왕건은 살아서 고려의 통치권을 가지고 죽어서 태조 문성의 시호를 받았더라도 추호도 부끄러울 게 없게 된 것이니, 이것이 고려의 사관이 구태여 세달사(世達寺)의 일개 결승(乞僧)이던 궁예를 가져다가 고귀한 신라 황궁의 왕자를 만든 이유일 것으로 생각한다.

(다)

작가는 우선 그의 독자들에게 거짓되지 않은 것, 진실한 것만을 말하고 보여주기 로 애초부터 약속이 되어 있었던 것입니다. 그 진실은 무엇보다도 독자들의 삶에 깊이 관계된 것입니다. [...중략...]

그러면 우리들의 그 삶의 진실이라는 것은 어떤 것입니까? 그것은 물론 행복한 삶에 관한 것입니다. 보다 더 풍족하고 의롭고 정직한 삶에 관한 것입니다. 한마디 로 보다 더 사람다운 삶에 관계하는 것입니다.

자유롭지 못하게 하는 것을 소설로써 고발하는 것, 의롭지 못한 일을 증언하는 것, 우리의 삶을 부당하게 간섭해 오거나 병들게 하거나 불행하게 만드는 모든 비인간적인 제도와 억압에 대항하여 싸우고 그것들을 이겨나갈 용기를 모색하는 것, 소위 새로운 영혼의 영토를 획득해 나가고 획득된 영토를 수호해 나가려는 데 기여 하는 모든 문학적 노력이 중국에는 다 우리의 삶을 보다 더 윤택하고 행복스럽고 사람다운 사람으로 살아가게 하려는 삶의 진실을 위한 것이라 할 수 있을 것입니다. 작가가 그의 작품으로 그런 삶의 진실을 위해 싸우는데 독자가 그것을 배척하고 외면할 리 없을 것입니다.

그렇다면 우리의 삶과 관련하여 가장 깊고 큰 진실이라는 것은 무엇입니까. 우리 삶을 가장 삶다운 삶으로 돌아가 살게 하는 옳은 질서는 무엇입니까? 우리나라의 어떤 평론가 한 사람은 우리의 삶을 삶답지 못하게 하는 모든 비인간적인 풍습과 제도와 문물과 사고를 통틀어 우리 삶을 '억압'하는 것들이라고 표현한 일이 있습니다만, 우리 삶이 그 억누름으로부터 벗어나서 온전한 삶, 본래의 자유롭고 화창한 삶으로 돌아가게 하는 질서는 무엇입니까. 그것은 자유의 질서입니다. 이 자유의 질서야말로 우리의 가장 크고 깊은 삶의 진실이 아닐 수 없다는 말씀입니다.

(라)

아래 표는 미국의 언어학자인 촘스키가 미국의 주요 신문들이 국가 간 분쟁에 대해 <대량학살 *genocide*>이라는 표현을 얼마나 많이 사용했나를 비교한 것이다. (분석의 대상이 된 주요 신문은 <로스앤젤레스타임스>, <뉴욕타임스>, <워싱턴포스트>, <타임> 등이다.)

공격국가	피공격국가	사설/칼럼	뉴스 기사
세르비아(1998-99)	코소보	59	118
인도네시아(1990-99)	동티모르	7	17
터키(1990-99)	쿠르드	2	8
이라크(1990-99)	쿠르드	51	66
미국(1991-99)	이라크	1	10

문제 1. 제시문 (가), (나), (다)의 주장을 비교하고 제시문 (가)의 주장이 타당한지 따져보시오. (60점) (1,500자 내외)

문제 2. 제시문 (라)의 표를 제시문 (가), (나), (다)의 주장과 관련지어 해석해보시오. (40점) (1,000자 내외)

2. 출제의도·제시문 설명·채점기준

가. 출제의도

이 문제는 인간과 사회에 대한 탐구에 있어 지식이 가치의 판단으로부터 어느 정도 자유로울 수 있는지를 검토하려는 것이다. 보다 구체적으로, 이 문제는 지식이 규범적 가치로부터 자유로운 가치중립적인 것이 될 수 있는지, 지식이 특정한 가치나 권력에 의해 왜곡되지 않고 객관적일 수 있는지, 그리고 그러한 객관적 지식이 바람직한 것인지에 관한 여러 입장을 비교해 보려고 한다.

근대 사회에서 자유와 이성의 발전을 위한 노력은 계몽주의자들의 예에서 볼 수 있듯이 권력의 시녀로서 기능하는 지식으로부터 벗어나 자유롭고 비판적인 이성을 향한 추구를 그 내용으로 하였다. 하지만 자유로운 이성의 활동에 의한 객관적 지식의 추구는 근대 이후에도 많은 장애에 직면하였다. 이러한 맥락에서 이 문제는 다양한 형태의 지식과 정보--역사적 지식, 과학적 지식, 언론의 보도, 문학 등--에서 나타나는 지식과 가치의 관계를 다룬다. 전통사회의 신화나 역사적 지식에서는 지식에 대한 권력의 작용이 보다 직접적이고 적나라하게 드러난다. 역사는 역사의 승자가 된 사람들의 이해관계에 따라 때로는 승자를 찬양하고, 때로는 패자를 비난하는 형태로 왜곡된다.

과학의 이념은 이해관계나 가치판단으로부터 자유로운 중립적이고 객관적인 지식을 지향하는 것이다. 이를 위해 과학적 태도는 연구자의 가치판단을 최대한 배제할 것을 요구한다. 하지만 지식의 객관성을 옹호하는 입장과 함께 지식의 비판적 정신을 강조하는 두 대립되는 입장도 있다. 따라서 지식과 가치의 관계에 관한 입장은 크게 보아 지식의 가치중립성을 주장하는 쪽과 지식이 특정한 가치를 반영한다는 입장으로 나눌 수 있다. 후자의 입장은 다시 지식이 권력을 위해 봉사한다는 입장과 권력의 모순과 부조리를 폭로하고 비판한다는 입장으로 구분된다.

이 문제는 이러한 세 가지의 입장을 대표하는 제시문들을 통해 수험생들이 지식과 가치에 관한 다양한 입장을 잘 이해하고 각 주장이 가진 정당성의 근거를 파악할 수 있는지를 평가하려고 한다. 아울러 실제 언론보도의 통계 자료를 통해서 흔히 객관적이라고 여겨지는 언론보도에서 지식과 가치의 관계가 어떻게 반영되었는지를 분석할 수 있는지 검증하려고 한다.

나. 제시문 설명

[제시문 가]는 독일의 사회학자 막스 베버의 <사회과학 연구에서의 가치중립성>이라는 논문의 일부를 수정한 것인데, 이 글은 학문의 객관성과 가치중립성을 옹호하는 대표적인 것이다. 이 글에서 막스 베버는 사실판단과 가치판단이 혼동되어서는 안 되며 또한 사실판단에 해당하는 경험과학적 분석의 내용이 가치판단의 기초가 될 수 없다는 점과 또한 개인이 지닌 가치판단으로 인해 사실판단에 혼란이나 왜곡이 있어서는 안 된다는 것을 강조한다. 특히 자신이 살았던 19세기말의 독일 사회과학계에서 연구자의 가치관이나 가치판단을 앞세워 경험적 자료에 기초한 인과관계 규명에서 오류를 범하고 있다고 비판하고 있다.

[제시문 나]는 <조선상고사> ‘총론’의 일부로서 <고려사>에 대한 비평이다. 신채호에 따르면 궁예는 원래 중에 불과한데, <고려사>에는 궁예가 현안왕의 아들로서 불효 불충한 자였다고 묘사되어 있다. 이를 통해 사관들은 왕건이 궁예를 배신한 행위(신하가 임금을 죽인 행위)를 정당화하고자 했다는 것이다. 결국 신채호의 주장이 암시하는 바는 <고려사>의 역사적 지식이 성공한 왕건의 입장에서 실패한 궁예가 왜 죽어 마땅한지를 정당화하기 위해 만들어졌다는 것이다. 이 제시문의 후반부에서 신채호는 과거의 역사서에서 제왕/역적의 구분은 그가 성공했느냐 실패했느냐에 달려 있고, 正論/邪論의 구분은 多寡의 차이일 뿐이며, 게다가 역사서에는 문면의 착오와 집필자의 호오가 섞여 있다고 말한다. 이 제시문을 통해 신채호는 역사가 (1) 성공한 자의 편에서 쓰인다는 점, (2) (유교적) 이데올로기적 성격을 가진다는 점을 보여준다.

[제시문 다]는 이청준이 1977년에 발표한 소설 <지배와 해방>의 일부로서 소설 속 등장인물인 이정훈이라는 젊은 소설가의 강연 내용이다. 강연의 주제는 ‘작가는 왜 쓰는가?’이다. 작가는 무엇 때문에 소설이라는 것을 쓰고 또 써야 하는가, 누구를 위해 어떤 목적으로 쓰는가? 제시된 부분은 독자와의 관계에서 작가 혹은 문학이 지켜야 할 ‘의무’에 대한 주장인데, 작가(문학)는 독자에게 삶의 진실, 곧 ‘온전’하고 ‘화창’한 삶의 질서로서의 ‘자유’를 보여줘야 한다는 것이다. 따라서 작가는 그러한 자유를 부당하게 간섭하거나 병들게 하거나 불행하게 하는 모든 ‘억압’을 고발하고 증언하며 그것들에 대항해 싸우고 이겨나갈 용기를 모색해야 한다. 이청준은 이러한 비판적 역할을 통해 문학은 독자, 나아가 사회에 대해 윤리적, 정치적 의의를 인정받게 된다고 말하고 있다.

[제시문 라]는 촘스키의 미국의 주류 언론에 대한 비판을 담은 글이다. 표는 미국의 주류 언론들이 미국과 ‘적대관계에 있는 나라들’과 ‘친선관계에 있는 나라들’에 대해 ‘대량학살’이라는 말을 사용한 빈도가 달라짐을 보여준다. 미국의 주류 언론은 같은 학살행위에 대해서도 미국과 친선관계에 있는 나라들에 대해서는 ‘억압’이라는 말을, 적대관계에 있는 나라들에 대해서는 ‘대량학살’이라는 말을 사용했다. 이 제시문의 표를 통해 촘스키는 미국 언론의 국가주의적 성격을 폭로한다. 언론은 미국의 이익을 위해, 미국의 대외정책에 대한 동의를 조작하는 일을 하고 있다는 것이다.

다. 채점 기준

1) <문제 1> 제시문 (가), (나), (다)의 주장을 비교하고 제시문 (가)의 주장이 타당한지 따져보시오. (1,500자 내외)

- 1번 문제의 요구는 첫째, (가), (나), (다)의 주장을 비교하는 것(A), 둘째 이를 바탕으로 (가)의 주장의 타당성을 따지는 것(B)이다. 따라서 채점 기준의 핵심은 먼저, 제시문의 ‘공통점’과 ‘차이점’을 잘 설명하는 것이다. 공통점은 사실, 가치, 권력 등의 개념을 중심으로 앎(지식)과 가치중립의 관계를 논의하는 것이다. 차이점은 (가), (나), (다)에서 다루는 앎의 형식과 그 목표는 서로 다르다는 것이다. 그 다음에는 적절한 논거를 들어 (가)의 타당성을 판단해야 한다.

● 채점기준

상: A 부분에서 제시문 (가), (나), (다)의 공통점과 차이점을 모두 잘 서술하고, B 부분에서 (가)의 주장을 옹호하거나 비판하는 입장 가운데 하나를 취하고 그 입장을 선택한 근거를 논리적으로 적절히 설명하는 경우.

중: A 부분에서 각 제시문의 차이와 공통점은 잘 이해하고 있으나, B에 대해서는 자신의 주장을 논리적으로 설명하는 능력이 조금 떨어지는 경우.

하: A와 B에 해당하는 것 가운데서 하나만을 서술한 경우. 그리고 설명에 있어서 논리적 설득력이 떨어지는 경우.

2) <문제 2> 제시문 (라)의 표를 제시문 (가), (나), (다)의 주장과 관련지어 해석해보시오. (1,000자 내외)

- 문제 2는 제시문 (가), (나), (다)의 세 가지 주장의 핵심을 모두 이용하면서 제시문 (라)의 표를 해석하는 것인데, 이때 각 주장의 핵심에 대한 적절한 파악과 동시에 그것이 어떻게 (라)의 표의 해석에 연결될 수 있는지를 보이는 것이 중요하다.

상: 표에서 나타난 자료의 수리적 의미를 정확히 이해하고, 이 자료의 의미를 위의 세 가지 관점에서 모두 잘 논의하고 있는 경우. 동시에 그 설명에 있어서 논리의 일관성이 유지되면서 설득력이 높은 경우.

중: 표에서 나타난 자료의 수리적 의미는 정확히 이해하고, 위의 세 가지 관점을 모두 반영하였지만, 부분적으로 그 설명에 있어서 논리의 일관성이 떨어지는 경우. 혹은 두 가지의 관점정도를 반영하고 동시에 논리의 일관성과 설득력을 유지하는 경우.

하: 표에서 나타난 자료의 수리적 의미도 정확히 이해하지 못하고, 위의 세 가지 관점 가운데 하나만을 반영하거나, 두 가지 또는 세 가지를 반영하였음에도 설명에 있어서 논리적 설득력이 현저하게 떨어지는 경우.

3. 답안 사례 및 평가

가. 전체 답안 사례

▶ 답안 사례 1

[1번] 답

가치판단은 과학 분야는 물론 철학, 문학, 역사학 등 거의 모든 분야에서 논쟁거리가 되어왔다. 사실에 대한 지식에는 개인의 가치판단이 개입되지 않아야 하며 그것이 개입된 판단은 옳다고 하기 어렵다는 주장을 펼치는 학자들이 있다. 반면, 거의 모든 분야의 지식에 가치판단이 필연적으로 개입된다고 주장하는 학자들도 다수 있다.

제시문 (가)는 앞의 입장을 대변한다. 제시문 (가)는 개인의 가치판단이 경험적인 지식과는 별개의 영역으로 구분되어야 한다고 주장한다. 가치판단이 학문적인 주장에 영향을 미칠 수 있으므로, 학자들은 학문을 논할 때, 사실에 근거한 진실을 가려내는 것에 주력해야 한다는 것이다.

제시문 (나)에 등장하는 사관의 행동은 (가)의 주장에 어긋난다. 사관은 왕건이 왕권을 획득하고 수호하는 데 있어 어려움을 겪지 않게 하기 위해서 역사를 왜곡했다. 즉 궁예의 죽음을 정당화하기 위해 그를 신라 왕족의 혈통으로 설정하여 죄를 부풀린 것이다. 이 같은 사관의 행동에는 가치판단이 개입되어 있다. <고려사>에는 당시의 정세에 휘말린 개인의 주관적 판단이 포함되어 있다.

제시문 (다) 역시 유사한 맥락으로 이해할 수 있다. 제시문 (다)의 주장은, 작가는 자유라는 진실을 억압으로부터 벗어나게끔 해야 한다는 것이다. 진실을 추구해야 한다는 점에서 (다)의 주장은 표면적으로는 제시문 (가)와 상통한다고 판단할 수도 있다. 그러나 제시문 (다)에서 작가가 추구하는 진실은 '자유'이다. 즉 작가는 자유라는 가치를 수호하기 위해서 그것을 억압하는 제도, 관습, 문물을 고발해야 한다는 것이다. 진실 자체가 가치판단을 내포하고 있으므로 제시문 (다)는 제시문 (가)의 주장과 맥락을 달리한다.

제시문 (가)의 주장은 오류를 범하고 있으며 더 큰 모순을 낳을 가능성이 있다. 제시문 (가)는 예를 들면 역사학에 적용되지 않는다. 역사는, 많은 학자들이 주장하듯, 시대와 시대간의 소통에 의해 성립되는 학문이다. 따라서 역사는 시대상을 내포할 수밖에 없고 시대적인 가치판단을 필연적으로 반영하게 된다. 제시문 (나)와 같이 어떤 가치에 기준을 두느냐에 따라서 역사에 대한 기술이 판이하게 달라질 가능성이 많은 것이다. 같은 맥락에서, 제시문 (다)가 주장하는 것처럼 작가들이 선택하는 진실이 자유라는 기준에 따라야 한다면 문학은 그러한 가치 기준을 수호하는 일과 무관하지 않다.

과학 분야와 같이 지극히 이성적인 학문도 어떤 기준을 세우느냐에 따라 주장이 극과 극을 달릴 수가 있다. 경험적 지식은 가치판단과 결합되어 주장을 구성할 수 밖에 없다. 기준을 세우는 과정에 개인 혹은 사회가 어떤 가치를 우선순위에 둘지를 결정하는 가치관이 개입하므로 (가)와 같은 주장은 타당하지 않다.

[2번] 답

표 (라)는 미국의 언론사들이 국가 간의 분쟁 상황에 대하여 ‘대량학살’이라는 단어를 얼마나 사용했나를 비교한 것이다. 이 표는 국가에 따라 그 사용 빈도에서 차이가 매우 크다는 점을 여지없이 드러낸다. 미국의 언론은 미국, 인도네시아, 터키 등의 국가가 공격한 상황에 대해서는 그 단어를 거의 사용하지 않았으나, 세르비아와 이라크에 대해서는 ‘대량학살’을 빈번하게 사용하였다. 예를 들면 미국이 이라크를 침공한 것은 이라크나 세르비아가 다른 국가를 공격한 것에 비해서 ‘대량학살’이 50배 이상 적게 사용되었다. 또한 뉴스기사에서 세르비아의 공격 상황을 ‘대량학살’로 표현한 횟수는 미국의 공격 상황을 그렇게 표현한 횟수의 10배가 넘는다.

언론은 이 단어를 사용함으로써, 제시문 (다)와 같이, 인간의 보편적 자유와 권리를 억압하는, 전쟁의 비인간적인 성격을 효과적으로 고발하고자 했을 것이다. 자극적인 단어를 사용함으로써 사람들에게 상황을 각인시키고 분쟁을 저지하는 데 한 몫 하기를 기대했을 것이다. 언론인들은 작가와 마찬가지로 인류의 평화라는 보편적 가치를 수호하기 위해 노력하고 있는 것이다.

그러나 그러한 일반적 의미와는 다른 차원에서, 미국의 신문 사설과 기사에는 특별한 가치판단이 개입되어 있음을 알 수 있다. 미국의 언론인들은, 제시문 (나)의 사관처럼, 기사와 논설에 주관적인 판단을 개입시킨 것이다. 100개 이상의 사설 및 기사가 미국과 적대관계에 있는 이라크나 세르비아의 공격 상황을 ‘대량학살’이라고 표현한 반면, 미국과, 인도네시아, 터키 등 미국과 우호관계에 있는 국가들의 공격 상황은 그와 같이 표현한 것이 30개를 채 넘지 않는다. 이렇게 되면 예컨대 미국이 이라크를 침공한 행위는 그리 부각되지 않는다. 제시문 (라)의 표는 미국 언론의 기사와 논설에 미국의 이해관계가 상당히 반영되어 있다는 점을 보여준다.

제시문 (가)에 따르면 사실에 대한 지식에는 가치판단이 개입되어서는 안 된다. 대량학살이라는 용어 자체에 모호함이 있기는 하지만, 객관적인 사실을 보도해야 하는 언론이 기사와 논설에서 은연중에 자국의 이해관계를 보호하고 있었다는 점은 비판받아 마땅하다. 이러한 행위에 의해 미국이 이라크를 황폐화시키고 그곳에서 대량학살을 했다는 사실은 은폐된 것이다.

평가

이 답안은 두 문제 모두에 대해 논리적 일관성과 타당성을 갖춘 분석과 주장을

제시했다. 내용의 논리성을 고려하면서 글을 잘 구성하여 설득력을 높이고 있는 점도 칭찬할 만하다.

(1번 답)에서는 제시문 (가), (나), (다)의 주장을 비교하고, 제시문 (가)의 타당성을 논의하라는 요구를 충족시켰다. 서론에서 ‘지식’과 ‘가치판단’의 관계라는 논제를 분명하게 제시하고, 본론에서 그 논제를 중심으로 제시문 (가), (나), (다)의 차이를 충실하게 비교했다. 그리고 제시문 (가)의 주장의 타당성을 검토하는 부분에서는 (가)의 주장이 (나), (다)에서 거론된 역사와 문학의 분야의 지식뿐만 아니라 (가)에서 거론된 과학 분야의 지식에 대해서도 적용되기 어렵다는 점을 분명히 밝혔다. 학생은 위와 같은 내용들을 논리적으로 잘 구성하여 제시했다.

(2번 답)에서는 표에 대한 해석이 치밀한 편이고 분석도 타당성이 높다. 특히 언론의 표면적인 의도와 이면적인 의도를 잘 구분하여 제시해준 점이 논지의 설득력을 높여준다. 즉 학생은 언론인들이 전쟁을 보도하거나 논평하면서 ‘대량학살’이라는 용어를 사용한 것은 제시문 (다)에서 거론한 작가와 마찬가지로 자유와 평화라는 가치를 수호하기 위한 것이었다고 평가한다. 그런데 대량학살이라는 용어 사용의 대상과 빈도의 차이는 미국 언론이 그러한 일반적인 책임을 수행하는 한편에서 자국의 이익을 보호하려 한다는 점을 드러낸다. 학생은 이러한 미국 언론의 행태가 궁극적으로 자국의 이라크 침공의 심각성이나 부도덕성을 은폐하는 결과를 낳는다는 점을 적절하게 비판했다.

▶ 답안 사례 2

[1번] 답

제시문 (가)는 오직 사실에 근거한 진실만을 추구해야 한다고 주장한다. 현상에 대한 가치관의 형성은 경험적 지식을 기반으로 이루어지는 것이 아니며, 따라서 세상에 대한 보편적 가치판단의 기준은 존재할 수 없기 때문이다. 보편적 기준이 없는 이상, 가치판단이 개입된 진실은 모두에게 진실로서 인정받을 수 없으며 혼동만을 야기할 수밖에 없다. 그러므로 우리는 우리의 지식 속에서 사실과 가치판단을 구별해내고, 사실만을 근거로 하여 진실을 확정해야 한다고 제시문 (가)는 말한다.

한편, 제시문 (나)는 고려의 사관을 예로 들며 진실 확정의 근거가 되는 사실의 조작 가능성을 시사한다. 고려의 사관은 역사서에 궁예를 신라 황궁의 후예로 기록하고 있다. 그런데 제시문 (나)는 이 기록 및 이 기록의 근거가 되는 일화에 대해 의혹을 제기한다. 이는 고려의 태조인 왕건을 합리화하기 위해 고려의 사관이 조작해낸 사실이라는 것이다. 실제로 이 기록이 진실이라면 궁예는 아버지에게 불효를 저지르고 더 나아가 조국을 멸망시킨, 고대의 윤리관으로는 죽어 마땅한 죄인이 된다. 궁예를 죄인으로 만듦으로써 그를 죽인 왕건의 죄를 상쇄시킬 수 있는 것이

다. 제시문 (나)는 고려 사관의 조작이 일개 결승이던 궁예를 신라의 왕자로 만들었다고 이야기한다.

마지막으로 제시문 (다)는 가장 깊고 큰 진실은 표면적으로 드러난 사실에서가 아니라 현실의 억압에서 벗어난 자유의 질서에서만 발견될 수 있다고 역설한다. 제시문 (다)에 따르면 현실에는 비인간적 풍습, 제도, 문물 등을 통한 억압이 만연해 있다. 이러한 억압을 고발하고, 억압에 대항하고, 억압으로부터 벗어날 용기를 주는 것이야말로 가장 깊고 큰 진실이라는 것이다. 진정한 진실은 우리를 보다 나은 삶으로 이끄는 자유의 질서를 따라야 한다고 제시문 (다)는 말한다.

제시문 (나)와 (다)의 의견을 반영해 볼 때, 제시문 (가)의 주장에는 몇 가지 허점이 보인다. 먼저, 제시문 (나)가 주장하는 사실의 조작 가능성을 들 수 있다. 제시문 (가)는 우리가 반드시 가치판단을 배제한 사실만을 진실 확정의 근거로 삼아야 하는 이유를 보편성에서 찾고 있다. 가치판단은 그 기준이 모호하여 보편적으로 인정받을 수 없으므로, 보편성을 갖는 사실만이 진실의 기반이 될 수 있다는 것이다. 그러나 현재 사실로 여겨지는 일 역시 과거의 가치판단에 의한 것일 수 있다. 그리고 이 가능성은 현재 우리가 접할 수 있는 모든 '사실'에 내재하기 때문에 누구도 그 진실여부를 가려낼 수 없다. 즉, 제시문 (가)가 주장하는 사실의 보편성은 허구라는 것이다.

제시문 (다)가 주장하는 진정한 진실의 정의 역시 제시문 (가)의 의견에 허를 찌를 수 있다. 제시문 (가)는 가치판단을 배제한 현실 자체가 진실을 형성한다고 말한다. 그러나 이미 가치판단을 통한 특정 질서가 존재하고, 또 이 질서가 구성원들에게 강요되는 사회에서 한 개인의 가치판단을 배제한 현상이 진실을 반영한다고는 할 수 없을 것이다. 오히려 개인이 개입하여 현상의 이면을 들추어내는 것이 진실에 더욱 가까이 가는 길일 수 있다. 제시문 (가)의 주장은 현실에 이미 존재하는 가치관과 그에 따른 억압을 간과하고 있다.

[2번] 답

제시문 (라)의 표를 살펴보기 위해서는 먼저 '대량학살'이라는 단어에 주목할 필요가 있다. '대량학살'이란 물론 말 그대로 많은 수의 사람을 죽이는 것을 말한다. 그런데 흥미로운 것은 몇 명까지가 '대량'이고 몇 명까지가 아닌지 정해진 기준이 없다는 것이다. 또한 '학살'이라는 말에는 단순히 죽이는 것이 아닌 타당한 이유 없이 무차별적으로 죽인다는 부정적 분위기가 포함되어 있다. 결국, '대량학살'이라는 단어의 사용은 한 현상에 대한 글쓴이의 가치판단을 반영하게 된다는 것이다.

표는 미국의 주요 신문들이 다섯 개의 현상에 대해 '대량학살'이라는 단어를 사용한 빈도수를 각각 나타내고 있다. 각 현상마다에 사용된 빈도수는 확연한 차이를 보인다. 세르비아가 공격국이었을 때, 이라크가 공격국이었을 때 사설 및 칼럼에 실린 빈도수가 각각 59번, 51번이었던 반면 인도네시아가 공격국이었을 때는 두 번,

자국이 공격국이었을 때 이 단어는 단 한 번밖에 사용되지 않았다. 그 밖의 다른 수치들도 확실한 차이를 보이며 미국 언론들이 세르비아와 이라크의 공격에는 부정적, 인도네시아와 터키, 자국의 공격에는 상대적으로 수용적 견해를 가지고 있음을 드러낸다.

비슷한 현상에 대한 다양한 가치판단의 모습은 제시문 (가)의 주장을 여실히 드러낸다. 가치판단에 있어서 보편적 기준이 존재하지 않기 때문에 같은 일을 하더라도 그 주체에 따라 ‘대량’으로 보이기도 하고, 혹은 ‘타당한 이유가 있는 것’처럼 보이기도 하는 것이다. 특히 이라크의 공격에는 이 단어를 51번 사용하고, 자국의 이라크에 대한 공격에는 단 한번 사용한 사실 및 칼럼의 수치는 흡사 제시문 (나)의 고려 사관을 방불케 한다.

가장 주목할 점은 제시문 (다)의 주장과 연관된 곳에 있다. 어떤 현상에 대해 가치판단을 완벽히 배제하는 것은 사실상 불가능하다. 문제는 이 가치판단이 개입된 기록이 현실의 억압에서 벗어나 이면을 비추는 깊고 큰 진실인지, 그저 억압에 따라 왜곡된 표면적 사실에 불과한지이다. 이 표의 경우는 불행히도 후자에 가까워 보인다. 미국 언론은 사회의 억압적 질서에서 벗어나 이를 고발하고, 이에 저항하는 자유의 질서를 따를 필요가 있다.

평가

(1번 답)은 전체적으로 탄탄한 논리 일관성을 보이고 있다. 이것이 가능한 이유는 (가), (나), (다)의 입장의 핵심을 파악하면서, 모두가 ‘사실’과 ‘진실’의 문제에 연결된다는 하나의 논리체계로 정렬을 시켜놓았기 때문이다. 답안은 (가)의 주장은 “사실만을 근거로 한 진실,” (나)의 주장은 “진실확정의 근거가 되는 사실의 조작가능성,” (다)의 주장에서는 “가장 깊고 큰 진실”의 중요성을 각각 지적한다. 답안은 제시문을 읽고 가치판단으로부터 분리된 사실이 과연 ‘진실’이 될 수 있는가라는 것으로 파악하고 있다. 이는 제시문을 단순히 개별적으로 요약하는 것이 아니라, 세 가지 제시문의 공통의 주제에 비추어 각 제시문의 논지를 파악하는 것으로 제시문들이 가질 수 있는 유기적 관계를 잘 짚어내고 있다고 하겠다.

이러한 요약의 바탕으로 답안은 가치판단이 분리된 사실을 진실로 간주해야 된다는 (가)의 주장을 비판하고 있다. 따라서 (나)의 입장에서 (가)를 보면, 사실 자체가 주관적일 수 있기 때문에 (가)는 타당하지 않으며, (다)의 입장에서 보면 진실의 문제는 사실의 문제라기보다 가치판단의 문제이기 때문에 (가)를 비판할 수 있다는 것이다. 답안은 전반부의 제시문에 대한 이해와 후반부의 비교가 순조롭게 진행된 것으로 논리전개상 내적 모순이 적다. 다만 사실과 진실, 그리고 가치판단에 대한 본인이 가진 생각을 적절하게 결합하여 전개시키지 못한 점은 있다.

(2번 답)은 일단 통계표가 주는 함의에 대해서 적절한 이해를 하고 있으며, 다시 (가), (나), (다)에서 파악된 핵심논지를 (라)를 분석하는데 충분히 활용하고 있다.

즉 <문제 2>의 내용이 사실보도가 중요한 언론보도에서 진실은 과연 무엇인가 하는 것으로 받아드린 다음에 (라)를 (가)와 (다)에 비추어보고 있다. 즉, (가)의 주장에서처럼, 사실을 위해서 가치판단을 유보해야하는가, 아니면 (다)의 주장에서처럼 진실을 위해 확고한 가치를 가지고 사실을 보도해야하는 것인가라는 두 가지 방향 사이에서 (라)를 위치시키고 있다. 답안은 (나)의 경우는 (라)와 동일한 하나의 예로서 판단하고 있다. 답안은 결국 결론 (다)의 주장을 따라 가치판단이 포함된 사실이 중요하다는 것을 옹호하는 입장을 취한다. 다음에 (라)의 경우는 일종의 잘못된 가치판단이 개입된 것으로 적절하게 비판하고 있다. 답안은 진리의 접근에 대한 자신의 입장을 선택하면서도 논리적 일관성을 잃지 않는 제시문에 대한 성숙한 이해를 보이고 있다.

나. 1번 문제 답안 사례

▶ 답안 사례 1

제시문 (가), (나), (다)는 ‘진리’에 대하여 서로 다른 입장을 보이고 있다. 제시문 (가)에서는 모든 경험과 가치를 초월하여 존재하는 것이 진리이며, 절대적 사실로 보고 있다. 경험적 지식의 축적만으로는 진리를 구성할 수 없으며, 진리의 탐구에 있어서 가치의 개입은 사실을 왜곡시킨다. 따라서 진리의 탐구 과정에서 이 두 가치를 경계해야 할 대상으로 보고 있다. 제시문 (나)에서는 왕건의 고려 건국의 정당성을 획득하기 위해 고려의 사관이 궁예를 죽여 마땅한 사람으로 표현한 사례를 들고 있다. 이 사례는 역사가의 가치개입으로 사실을 조작하여 드러낼 수 있다는 점을 알려준다. 이것은 제시문 (가)에서 경계하고 있는 부분이다. 그러나 제시문 (나)는 사실에는 필연적으로 누군가의 가치가 개입됨을 시사한다. 제시문 (다)에서는 ‘자유가 곧 진리’라는 식으로 적극적으로 가치를 개입한다. 진리란 무언가이며 도달해야 할 ‘가치’라고 하는 점에서 제시문 (가), (나)와 차이점을 보인다.

특히 제시문 (가)와 (다)는 보편적 가치의 존재여부에 대해 서로 다른 관점을 보인다. 제시문 (가)는 가치개입을 부정한 만큼 보편적인 가치 역시 존재를 부정했다. 즉 절대적인 가치는 없고 개개의 가치 또한 무가치한 것이다. 반면 제시문 (다)에서는 보편적인 가치를 자유로 들고, 그것이 인류에게 행복한 삶을 가져다준다고 보았다. 그렇지 못한 비인간적 풍습과 제도와 문물과 사고는 부정적이며 보편적이지 못한 가치로 여겼다. 이렇게 보편적이거나 보편적이지 않은 가치를 인류의 행복과 연관 지어 확연히 구분해 놓았다.

제시문 (가)는 진리를 탐구하는 데 있어 경험과 가치를 초월한 실증적인 사실만을 이용해야 한다고 보았지만 사실상 그러한 객관적인 사실이란 존재할 수 없다. 이것은 랑케의 역사가관이 후대에 카에 의해 비판받았다는 사실과 흡사하다. 모든 사실은

시공간을 초월하여 존재하는 데에 반해, 그것을 탐구하는 인간은 시공간에 얽매어 존재한다. 이것은 곧 탐구자가 그 시공간에 존재하는 어떠한 힘, 곧 주류적인 가치로부터 독립할 수 없다는 것을 의미한다. 제시문 (나)가 그 일례로, 고려 건국의 정당성을 획득하기 위해 사실이, 혹은 거짓마저도 왜곡되어 드러날 수 있음을 알려준다. 또한 인간이 탐구과정에서 이용하는 도구인 감각 역시도 사실을 드러내는 데에는 부적합하다. 플라톤의 ‘동굴의 비유’에서 보듯이 인간의 감각은 진리의 그림자 이상은 볼 수 없으며, 그림자마저도 사람마다 받아들이는 형태가 다르다. 한 사건에 대하여 법정에서 서로 다른 진술을 듣게 되는 것은 어제 오늘 일이 아니다.

인간과 가치가 사실상 묶여 있는 관계라면, 가치개입을 인정하고, 또한 보편적 가치의 존재 가능성 역시 인정할 필요가 있다. 인간이 보편적으로 나아가는 방향이 있다면 그것은 보편적 가치라는 이름을 내걸기에 충분하다. 진리의 탐구과정에서 보편적 가치는 중요한 잣대가 될 수 있다. 진리가 그 잣대를 통해 인간과의 관계를 긍정적인 방향으로 이끌 수 있다면 그것이 진리탐구의 궁극적 목표를 달성하게 되는 것이다.

평가

이 학생은 일단 제시문 (가), (나), (다)의 공통 주제를 ‘진리’로 규정하여 답안의 초점을 잘 잡았다. ‘진리’라는 공통 주제를 중심으로 각 제시문의 논점 비교에 곧장 진입할 수 있었다는 점에서 흔히 볼 수 있는 제시문을 장황하게 요약하는 형태의 답안 유형과 차별성은 갖는다. 제시문 (가)에서 제시문 (나)로 논점 소개를 수행한 후 다시 제시문 (가)로 돌아가서 두 제시문의 논점 비교를 시도한 것도 좋았다. 이러한 비교의 틀 속에 제시문 (다)를 집어넣어서 세 제시문 간의 대조로 첫 문단을 종합한 것도 빼어난 솜씨이다.

두 번째 문단은 첫 번째 문단을 좀 더 부연해서 제시문 (가)와 (다)의 차이를 ‘보편적 가치의 존재여부’의 관점에서 기술하고 있는데 그 자체로는 타당한 분석이지만, 아쉬운 점은 첫 문단에서 제시한 ‘진리’의 문제와 ‘보편적 가치’간의 직접적 연관성을 수립해 놓지 않았기에 논의의 연속성이 약해졌다는 것이다.

이를 의식한 듯, (가)의 타당성을 논의하는 대목인 세 번째와 네 번째 문단에서 다시 ‘진리’의 문제로 돌아가서 이를 가치의 문제와 연관시켜 논의하면서 랑케, 플라톤 등을 거론하며 본인의 ‘지식’을 자랑했다. 이러한 ‘지식’ 자랑이 그 자체로서는 별 효과가 없겠으나 이 경우는 맥락에 맞게 적절히 등장했다고 본다. 네 번째 문단의 첫 문장 “인간과 ... 필요가 있다”와 같은 문장은 논리를 세우며 주장을 전개하는 탄탄한 문장으로 평가할 수 있다.

▶ 답안 사례 2

제시문 (가)는 경험적 지식에 바탕을 둔 학문은 규범적 가치에 간여해서는 안 되며, 우리는 사실과 가치판단을 구별해낼 수 있어야 하며, 오직 경험적 사실에 근거해 진리를 추구해야 한다는 주장을 펼친다. 다시 말하면, 철저히 가치를 배제한 채 사실에 근거해 판단해야 한다는 가치중립적 태도를 요구한다. 제시문 (나)에선 고려 사관들의 기록 이면에 숨겨져 있는 왕건의 정당성 확보를 위한 노력의 흔적들을 읽어내며 가치판단이 개입된 기록을 비판적으로 검토하고 있다. (가)에서 언급한 가치중립적, 객관적 태도가 필요함을 이면적으로 주장하고 있는 바다. 그러나 (다)의 주장은 (가), (나)의 주장과 대비되는 대목으로 읽힌다. (다)에선, 삶의 진실이란 인간을 억압하는 모든 비인간성에서 벗어나 ‘자유의 질서’를 추구하는 것인데, 작가는 가치중립적으로 작품 활동을 하는 것이 아니라, 독자들에게 마땅히 추구해야 할 인간적 가치와 삶의 진실을 전달해야 한다고 역설한다.

제시문 (가)의 주장은 (나)와 같이 사료를 분석하거나 과학적 연구를 할 경우, 타당성을 갖는다. (나)에 제시된 사례를 보자면, 기록돼 있는 사료의 액면 그대로를 받아들일 때, 우리는 ‘궁예는 망할 수밖에 없던 인물이며, 따라서 그를 치고 세워진 고려 왕조는 정당하다.’라는 인식까지만 이른다. 즉, 왜곡된 기록의 표면만을 인지하는 것이다. 그러나 사관의 기록에서 가치판단이 개입된 부분과 역사적 사실을 구별하며, 고려 왕조의 탄생배경을 객관적으로 검토했을 때, 우리는 ‘한낱 결승이던 궁예가 고귀한 신라의 왕자로 탈바꿈된 이유’를 알 수 있다. 사료에 기록된 진실이라 여기고 ‘경험적 지식’으로 판단하는 것이 아니라, 그 사료 자체도 분석과 검토의 대상이 되어, 그 기록은 왕건에게서 창업의 정당성을 찾는 ‘고려의 사관’들에 의해 쓰였다는 점, 그 기록 외에 궁예가 신라의 왕자였다는 근거는 찾기 힘들다는 점까지도 고려해, (가)에 언급된 과학적 의무에 충실한다면 보다 진실에 접근할 수 있을 것이다. 즉, (가)는 과학적 연구나 분석을 수행할 때에 타당할 수 있겠다.

그러나 경험적 학문에서 필요한 가치중립적인 과학적 의무가 (다)와 같이 문학 활동에도 적용될 필요성은 적다. (가)에서도 지적했듯이, 보편적인 가치판단의 영역을 경험적 지식이 담당할 수는 없다. 경험적 학문의 결과는 결과 자체로만 의미가 있을 뿐, 그 이상의 당위적·규범적 가치판단은 인간이 담당해야 하기 때문이다. 이러한 가치판단의 부분에서 문학의 역할이 크다. 물론 작가가 추구하는 가치나 사상, 사회 참여적 색채가 드러나서는 안 된다는 순수예술도 존재하지만, 문학작품이 담당하는 기능 중 하나는 독자들에게 보편타당한 가치를 전달하는 것이다. 독자는 문학작품을 통해 오늘날 산재하는 경험적 지식의 양에도 불구하고, 오히려 보편타당한 가치판단의 등장을 힘들게 하는 상황에서 올바른 가치를 추구할 수 있다.

그러나 독자가 문학작품을 감상할 때, (가)에서 언급된 가치판단과 사실을 구별해내는 능력을 이용한다면, 작가의 가치 또한 절대적으로 받아들이지 않고, 비판적으로 살펴보고 보다 보편적인 가치를 추구할 수 있을 것이다. 따라서 (가)의 주장이

(다)의 주장과 전적으로 대비되는 것이 아니라, (다)의 작품을 감상할 때에도 타당성을 얻을 수 있는 것이다.

평가

이 학생은 제시문 내용 요약으로 글을 시작했기 때문에 첫 문단이 다소 산만해 보인다. 이 제시문은 ‘무엇에 대해 뭐라고 주장한다’로 규정해 놓는 편이 더 좋다. 제시문 (가)와 제시문 (나)의 주장을 아무튼 어느 정도 대비한 다음, 곧장 두 제시문의 입장을 비교하고 있다. 일단 표면적으로는 제시문 (나)는 중립적인 역사 기술을 간접적으로 지향하는 것으로 보이긴 하기에 타당한 비교이다. 그러나 여기서 도출한 논점을 바로 제시문 (다)의 논점과 비교하는 대신, 다시 또 제시문 (다)의 내용을 설명하는 것 같은 인상을 주는 요약을 하기에 문단의 구성은 느슨해지고 말았다.

이 답안의 장점은 이렇듯 첫 문단에서 찾아보기는 어렵다. 하지만 둘째 문단에서 제시문 (가)의 타당성을 논의하는 단계에 이르러서 바람직한 모습을 보여주었다. 일단 제시문 (가)와 (나)의 세밀한 비교를 통해 제시문 (나)의 사례에 비취볼 때 제시문 (가)의 타당성의 구체적인 조건까지 밝혀내는 성과를 얻었다. 즉, 제시문 (가)는 “과학적 연구가 분석을 수행할 때에 타당한 것”이라는 것이다. 물론 역사기술이 과연 이와 같은 엄밀한 ‘과학’이 될 수 있을지는 문제로 남아 있지만 말이다.

이어서 (다)와 같이 과학의 범주를 명백히 벗어나는 경우에 제시문 (가)는 타당할 수 없음을 지적한 것도 앞의 두 번째 문단에서의 분석의 구체성에 힘입은 바 크다. 무엇보다도 이 답안의 백미는 마지막 문단이다. (다)에 (가)의 주장이 적용될 수 없음을 보여준 후에, 다시 이를 뒤집어 (다)의 주장 자체의 한계까지 지적한 것은 학생의 지적 역량의 폭을 입증하기에 충분했다.

다. 2번 문제 답안 사례

▶ 답안 사례 1

츨스키는 ‘대량학살’이라는 용어사용의 빈도를 조사함으로써 국가 간 분쟁에 대한 미국 언론의 편향된 태도를 폭로하고 있다. 도표에 나와 있는 빈도를 고려할 때, 미국 언론은 자국에 유리하게 기사와 논설을 쓰고 있다는 것을 알 수 있다.

(가)의 주장에 의거한다면, 신문의 기사가 기자의 주관이나 특정한 이해관계에 의해 좌우되는 것은 문제이다. 사실에 대한 지식에 가치판단이 개입되어서는 안 되기 때문이다. ‘대량학살’이라는 단어는 유대인에 대한 나치당의 학살을 생각나게 한다. 따라서 이 단어에는 행위 주체에 대한 부정적인 시각이 담겨 있다. 이렇게 보면, 기

사에 사용된 용어에 이미 가치가 개입되어 사실을 그대로 전달하지 못한다고 할 수 있다.

이렇게 볼 때 기사보다 오히려 사설·칼럼에서 대량학살이라는 표현의 빈도가 적은 것은 의외적인 일이다. 도표의 전체 수치를 보면 뉴스기사의 경우보다 사설·칼럼의 경우가 대량학살이라는 용어의 사용 빈도가 더 적다. 뉴스기사는 일시적, 순간적인 반면, 사설·칼럼은 문자로 남아 지속되는 속성이 있다. 또 언론사나 필자의 책임이 더 강조되는 측면이 있다. 언론인들은 오래 지속되는 것에 대해 두려움을 느끼고 자신의 목소리를 내기를 꺼려하는 것이다.

(나)에서 왕건이 ‘역사’를 통해 공예를 몰아낸 행위를 정당화했다면, 미국은 ‘언론’을 통해 자신에게 유리하게 상황을 전개시키고 있다고 할 수 있다. 미국이 이라크를 공격한 일에 대해 대량학살이라는 용어를 사용한 것은 보면 뉴스기사와 사설·칼럼이 각각 1회, 10회에 불과하다. 반면 이라크가 쿠르드를 공격한 일에 대해서는 대량학살이라는 용어의 사용이 각각 50여회, 60여회를 넘어갔다. 미국은 이라크의 행동을 철저히 비난함으로써 자신들의 이라크 침공을 정당화 시키고 있는 것이다.

미국의 언론인들은 자신들의 책임을 다하고 있다고 할 수 있을까? (다)는 작가의 책임을 자유를 보호하고 확장하는 데 있다고 했다. 이렇게 보면 미국에서는 진실이 언론에 의해 왜곡되어 자유의 질서가 파괴되고 있는 상황이다. 인도네시아가 동티모르를 공격할 때 미국 언론은 별다른 적개심을 갖지 않았다. 용어 사용의 빈도수가 둘 다 20회를 넘어가지 않았다는 점에서 알 수 있다. 반면 세르비아가 코소보를 공격하는 상황에 대해서는 각각 60여회, 120여회에 근접한 수치를 보였다. 이는 세르비아에 대한 미국의 정치적 반감을 알 수 있는 부분이다. (다)의 입장에서 해석해 볼 때 미국의 언론인들은 독자에게 진실을 보여주지 못하고 있는 것이다.

평가

이 답안은 제시문 (라)의 표를 꼼꼼히 읽었고, 그 의미를 제시문 (가), (나), (다)와 관련하여 충실하게 해석하고자 노력한 글이다. 군데군데 비약이 있기는 하지만 현상을 그저 해설하는 데 그치지 않고 원인이나 이유를 추정해보려는 시도도 신선하다.

학생은 제시문 (라)의 표를 다른 제시문들과 관련하여 해석하면서 특히 언어의 비유적 성격이나 장르의 수사적 기능에 초점을 두었다. 예컨대 학생은 대량학살이라는 용어 자체에 부정적인 가치 판단이 내재되어 있다는 점을 지적했으며, 대량학살이라는 용어의 빈도가 사태를 보도하는 ‘기사’와 사태를 논평하는 ‘사설·칼럼’에서 각각 다르게 나타난다는 점도 포착해 내었다. 또 제시문 (라)에서 다루어진 ‘언론(신문)’의 문제를 (나)에서 제시된 ‘역사’의 문제와 분명하게 연관시켰다. 이런 현상들이 나타나게 된 이유나 원인을 분석하는데 내용이 모호하거나 비약적인 부분이 없지 않지만, 개성적이고 독창적인 시도로 보인다.

▶ 답안 사례 2

제시문 (가)의 입장에서 (라)를 판단한다면 사실과 칼럼이 뉴스 기사보다 ‘대량학살’이란 단어를 훨씬 더 적게 사용했다는 것에 주목해야 한다. 개인은 자신이 속한 국가의 입장에서 현상을 분석하기 때문에 자신의 국가의 가치를 옹호하고 결국 사실을 왜곡하여 혼란스럽게 한다는 것이다. 사실과 칼럼은 뉴스와 비교할 때, ‘사실 그대로의 보도’보다는 개인적인 가치와 생각이 더 많이 반영된다. 표에 따르면, 미국이 이라크에 대해 쓴 기사에서 나타난 수치가 다른 국가들 간의 관계를 설명할 때 쓴 횟수보다 뉴스와 사실, 칼럼에서 대부분 절대적으로 낮다. 또한, 뉴스기사와 사실, 칼럼의 수치를 비율로서 따져본다면 10배로서 가장 높다. 이러한 현상으로부터 개인의 가치판단이 사실에 영향을 미치고 그에 따른 왜곡과 혼란이 있을 수 있음을 짐작할 수 있다.

제시문 (나)도 제시문 (가)와 마찬가지로 성격이므로 그 차원에서 해석할 수 있다. 터키와 쿠르드의 관계와 이라크와 쿠르드의 관계를 볼 때, 터키와 이라크는 같은 공격국가임에도 불구하고 이라크의 수치가 더 높다. 그 이유는 제시문 (나)의 왕건과 궁예의 관계에서 도출할 수 있다. 왕건이 궁예를 죽이기 위해 거짓된 소문을 퍼트린 것처럼, 미국은 자신의 이라크에 대한 공격에 대한 근거를 마련하기 위하여 이라크를 상대적으로 더 나쁘게 기술한 것이다. 이 사실 또한 개인적인 가치판단이 사실에 개입된 것이므로 (나)는 (가)와 일맥상통한다.

제시문 (다)의 입장에서 표를 분석하면, 공격국가와 피공격국가 사이의 관계를 중심으로 살펴보아야 한다. 한 국가가 다른 국가를 공격하는 상황을 지켜보는 입장에서 ‘대량학살’이란 표현을 한 비판정신에 주목해야 한다. 전쟁이라는 비인간적이고 정의롭지 못한 제도에 맞서, 그것을 자유롭게 비판함으로써 더 진실되고 인간다운 삶을 만들어 나간다는 사실을 읽어낼 수 있다. 미국과 이라크의 관계에 있어서도 ‘대량학살’이라는 표현을 쓰는 작가가 있다는 사실이 자유로운 비판정신으로 더 좋은 세상을 만들어 가는 진실이라는 것이다.

평가

이 답안의 첫 번째 미덕은 제시문 (라)의 표를 단순히 수치의 분배로만 본 것이 아니라 사실과 칼럼의 차이에 주목했다는 점이다. 칼럼이라는 장르가 허용하는 주관성이 이러한 편향과 밀접한 또한 불가피한 연관성을 갖는다는 지적을 한 후, 이러한 개인의 가치 판단이 이라크전 보도의 경우가 보여주듯 “사실에 영향을 미치고 그에 따른 왜곡과 혼란”을 초래함을 적절히 분석해냈다. 하지만 어차피 주관성을 허용받는 칼럼보다도 객관성을 표방하는 뉴스에 함축된 주관성이 더 문제라는 점을 파악해 내었으면 더 좋았을 것이다. 뉴스에 등장하는 ‘대량학살’이란 말은 더욱 더 강력한 사실성을 갖게 되고 그만큼 “사실에 영향을 미치”는 힘이 강하기 때문이다.

제시문 (나)를 제시문 (라)에 적용하는 것은 다소 쉬운 작업이다. 둘의 유사성이 명백하기 때문이다. 공예를 폄하하듯, 이라크를 폄하하는 주관적인 전략의 반영으로 이 표를 읽어내는 것은 얼마든지 정당한 해석일 것이다. 하지만 이 경우에도 이러한 비판의 근거가 되는 가치체계가 다르다는 점(동양의 유교사상, 서구의 기독교적 인권사상)까지 지적했어야 완결한 답안이다.

이 답안의 가장 큰 장점은 마지막 부분이다. 제시문 (다)를 적용해서 제시문 (라)의 표를 읽어내는 과제를 창의적으로 해결했기 때문이다. ‘대량 학살’이란 표현의 등장은 단순히 정치적 왜곡 차원에서만 이해할 것이 아니라 기자의 “비판 정신”의 표현으로 긍정적으로 해석하고 있다. 그리고 무엇보다도 미국 기자가 미국의 이라크 침공에 대해서 “대량 학살”이라는 표현을 쓴 예가 하나라도 발견되었다는 것은 “자유로운 비판 정신”의 존재와 당위성을 입증한 것이라고 주장한 점은 좋은 지적이다.

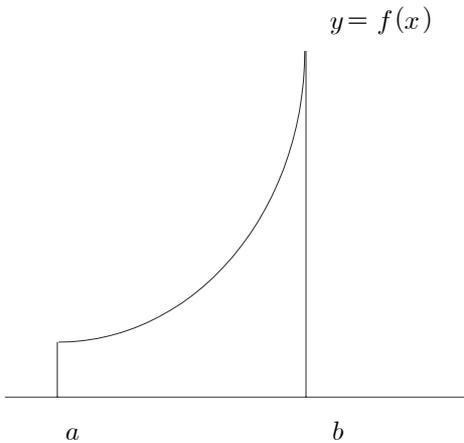
II. 자 연 계 열

1. 2009학년도 논술 모의고사 문제

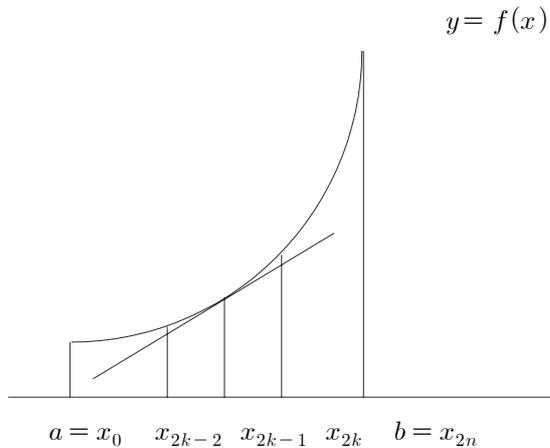
가. 자연 I

[문제 1] 제시문을 읽고 물음에 답하시오. (40점)

함수 $f(x)$ 의 도함수 $f'(x)$ 가 폐구간 $[a, b]$ 에서 연속이고, $y = f(x)$ 의 그래프가 [그림 1]과 같을 때, 다음 물음에 답하시오.



[그림 1]



[그림 2]

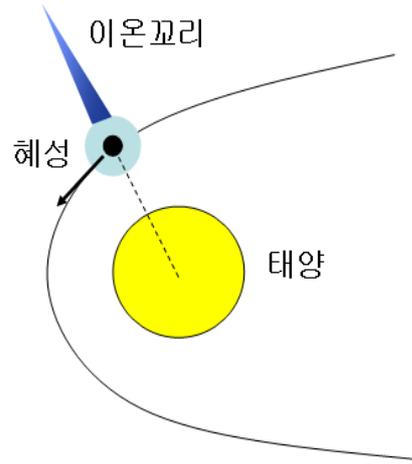
[문제 1-1] 곡선 $y = f(x)$ 위의 점 $(a, f(a))$ 부터 점 $(b, f(b))$ 까지의 곡선의 길이를 정적분의 정의를 이용하여 구하시오. (10점)

[문제 1-2] [그림 2]는 [그림 1]의 폐구간 $[a, b]$ 를 $2n$ 개의 균등한 소구간으로 나눈 그래프이다. 이때, 점 $(x_{2k-1}, f(x_{2k-1}))$ 에서의 접선의 식을 $y = g_k(x)$ 라 하자. 접선 위의 점 $(x_{2k-2}, g_k(x_{2k-2}))$ 와 점 $(x_{2k}, g_k(x_{2k}))$ 사이의 거리를 l_k 라고 할 때 $\lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^n l_k$ 의 값을 구하시오. (20점)

[문제 1-3] 위의 [1-1]과 [1-2]의 결과를 비교 분석하고, [1-1]과 같은 결론을 유도할 수 있는 다른 방법에 대하여 논하시오. (10점)

[문제 2] 아래 제시문을 읽고 물음에 답하시오.(30점)

가. 혜성은 주로 먼지와 얼음 등으로 구성된 작은 천체를 말한다. 일반적으로 혜성은 장축과 단축의 비가 매우 큰 타원궤도로 태양을 공전하며, 원일점(태양으로부터 가장 멀리 떨어져 있는 위치)은 명왕성 궤도보다 훨씬 더 바깥쪽에 놓일 때도 있다. ‘더러운 얼음 덩어리’라고도 불리는 혜성의 구조는 크게 핵, 코마, 꼬리로 이루어져있다. 혜성이 근일점(태양에서 가장 가까운 위치)에 접근하면 태양으로부터 방출되는 복사열에 의하여 혜성의 바깥층을 형성하는 얼음 덩어리 등이 증발하여, 핵 주위에 먼지와 기체로 둘러싸인 코마를 형성하게 된다. 핵의 크기는 수 십 km 정도로 작은 데 비해, 핵을 에워싸며 밝게 빛나는 코마는 태양에 가까워지면서 핵의 1만 배가 넘는 크기로 자라면서 지구에서 관측이 가능하게 된다. 이때 핵을 둘러싼 먼지와 기체는 태양풍과 태양으로부터의 복사압에 의해 뒤로 밀려나면서 혜성의 꼬리를 형성한다. 혜성의 꼬리는 이온꼬리와 먼지꼬리로 나뉘어진다. 이온꼬리는 푸른빛으로 그림과 같이 항상 태양의 반대방향에 나타나고, 먼지꼬리는 노란색 또는 약한 붉은색을 띄며 이온꼬리와는 다른 형태로 나타난다(그림에서 생략).



나. 먼지꼬리를 구성하는 먼지에는 태양과 먼지 사이의 만유인력 F_G 와 태양의 복사압에 의한 밀치는 힘 F_R 이 작용한다. 예를 들어, 반지름이 a 이고 질량이 m 인 구형 먼지의 경우, 위의 두 힘은 다음과 같이 주어진다.

$$F_R = \frac{P_S A}{4\pi c r^2} \qquad F_G = G \frac{M_S m}{r^2}$$

위 식에서 P_S 는 태양이 1초당 방출하는 전체 복사에너지의 양이며, $A = \pi a^2$ 는 먼지의 단면적, c 는 빛의 속도, G 는 만유인력 상수, M_S 는 태양의 질량, r 은 태양과 먼지 사이의 거리이다. 위의 두 힘이 먼지의 운동에 미치는 영향을 분석함으로써, 다양한 반지름을 갖는 먼지로 구성된 먼지꼬리의 형태를 이해할 수 있다. (단, 현상을 단순화하기 위하여 먼지꼬리를 구성하는 개별 먼지는 구형이며 밀도는 ρ 로 일정하고 반지름만 다양하다고 가정한다.)

[문제 2-1] 위 식에서 힘 F_R 은 거리의 제곱에 반비례한다. 이에 대한 물리적인 이유를 설명하시오. (10점)

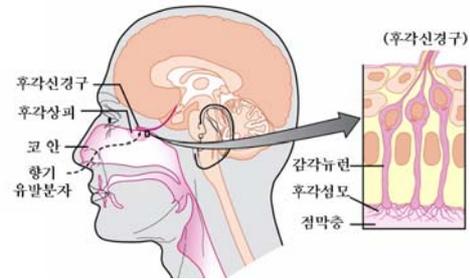
[문제 2-2] 먼지에 미치는 힘의 합이 0 이 되는 경우의 먼지의 반지름 a_0 를 위의 변수들을 이용하여 표현하고, 먼지의 반지름이 a_0 에 비하여 큰 경우와 작은 경우 먼지가 받는 힘과 운동에 대하여 논하시오. (13점)

[문제 2-3] 위에서 구한 먼지가 받는 힘과 운동의 차이에 근거하여 형성되는 먼지꼬리의 형태를 그림을 그려 설명하고, 먼지꼬리 내의 먼지의 반지름 분포에 대하여 논하시오. (7점)

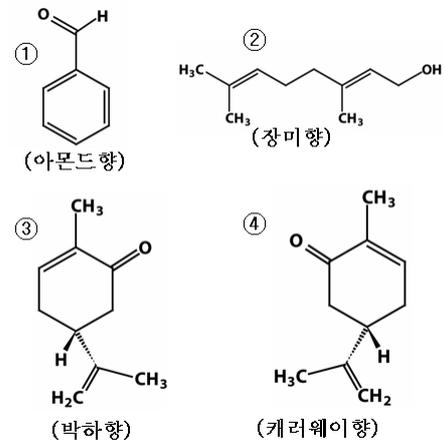
[문제 3] 아래 제시문을 읽고 물음에 답하시오.(30점)

(가) 최근에 영화로도 만들어진 독일 작가 파트리크 쥐스킨트의 원작 소설 “향수”를 보면 “장 바티스트 그르누이”라는 사악한 천재가 나온다. “어느 살인자의 이야기”라는 부제가 붙은 이 소설의 주인공 그르누이는 극히 예민한 후각을 타고난 냄새의 천재로 세상의 모든 냄새를 구분할 수 있으며, 그 모든 냄새를 소유하고 지배하고자 최상의 향수를 만들려고 한다. 이를 위해 그르누이는 가장 좋은 체취를 얻기 위해서 25명의 아름다운 여성들을 살해하게 된다. 결국 그르누이는 그 죄과가 드러나게 되고 파리의 골목길에서 29살의 나이로 비참한 최후를 맞게 된다.

(나) 우리 인간은 평균적으로 4000가지 이상의 서로 다른 향기를 감지할 수 있다고 알려져 있다. 코 안의 상피조직에는 100만 여개의 감각뉴런(신경세포)이 분포되어 있고, 감각뉴런의 바닥에는 다수의 후각세포가 돌출되어 있다[그림 참조]. 후각세포 표면에는 향기 유발 분자를 인지할 수 있는 ‘후각 수용체’라는 단백질 분자들이 분포되어 있는데, 각 감각뉴런마다 한 가지 종류의 후각 수용체가 발현된다고 알려져 있다. 향기 유발 분자는 여러 종류의 후각 수용체를 자극할 수 있고, 자극의 강도는 수용체의 종류에 따라 다르다고 알려져 있다. 우리 인간은 평균적으로 350여개의 후각 수용체 유전자를 가지고 있으며, 다른 종류의 수용체 분자를 보유한 각각의 감각뉴런들은 뇌의 서로 다른 위치에 존재하는 세포들과 연결되어 있다고 알려져 있다.



(다) 분자간 상호작용은 분자의 삼차원 구조, 작용기의 종류와 위치, 전자밀도 분포 등 다양한 구조-전기적 특성에 의해 그 세기와 본질이 달라진다. 중성분자의 분자간 상호작용에는 쌍극자-쌍극자 및 쌍극자-유도쌍극자 상호작용, 분산력, 수소결합 등이 있으며, 여러 개의 상호작용이 동시에 일어날 수도 있다. 단백질은 거대 생체 분자로서 매우 복잡한 삼차원 구조를 가지고 있지만, 수용체 분자의 ‘결합자리(반응중심)’에는 향기 유발 분자들을 선택적으로 인지할 수 있는 세부구조를 형성한다고 알려져 있다. 우리 주변에서 경험할 수 있는 향기 유발 분자의 예는 오른쪽 그림과 같다.



[문제 3-1] 제시문 (다)에서 언급된 향기 유발 분자들의 구조-전기적 특성으로부터 예상되는 향기 유발 분자와 후각 수용체간의 상호작용을 비교 설명하고, 후각 수용체 유전자수에 비해 10배 이상의 향기를 감지할 수 있는 생물학적인 근거를 설명하시오. (20점)

[문제 3-2] 최근에 인간의 후각시스템의 원리를 이용하여 음식의 향기를 탐지할 수 있는 휴대용 ‘전자코’가 만들어졌다고 한다. 후각시스템의 원리에 입각하여 선택적으로 탐지할 수 있는 향기의 종류와 검출감도를 최대화할 수 있는 ‘스마트 전자코’를 제안하시오[과학적인 근거를 제시할 것]. (10점)

나. 자연 II

[문제 1] 다음 제시문은 박테리아 개체수 변화에 관한 것이다. 제시문을 읽고 아래 물음에 답하시오. (40점)

(가) 병을 낫기 위해 병원에 입원했다가 각종 항생제에 내성을 보이는 박테리아에 감염된 경우가 잇따르고 있어 병원감염에 관한 불안이 확산되고 있다. 어떤 보고서에 따르면 항생제 내성 박테리아에 의한 병원감염은 환자와 환자간의 신체 접촉에 의해 직접적으로 전파되기보다는, 병원 내에서 의료진의 손이나 병원 환경을 통해서 전파된다고 한다. 그리고 병원 내 항생제 내성 박테리아 감염율은 병원 내 총 박테리아의 양과 밀접히 관련되어 있다고 한다. 병원 환경에서 박테리아의 총 양의 변화를 정량적으로 분석하기 위하여 여러 수학적 모델이 제시되었다.

(나) 이 제시문에서는 감염된 환자 개인별로 박테리아의 개체수의 변화를 단위 시간별로 추적하는 수학적 모델을 소개하고자 한다. 박테리아가 인체에 침투했을 때 박테리아의 양을 a_0 로 표시하고, 침투 후 n 시간이 경과한 후 박테리아의 양을 a_n 로 표시하자. 이때, 수열 $\{a_n\}$ 에 관하여 다음 조건이 성립한다고 가정하자.

$$\textcircled{1} \quad a_{n+1} = a_n + \beta a_n (K - a_n), \quad n = 0, 1, 2, \dots$$

여기서 K 는 환자의 몸 안에서 생존할 수 있는 개체수의 정원을 의미하는 양의 상수이고, β 는 박테리아의 증가율과 관련 있는 양의 상수이다. (* 단, a_n 은 개체수를 표현함으로 자연수여야 하나 계산의 편의상 실수라고 하자.) 이 모델은 비현실적인 가정에 근거하고 있으나 박테리아 개체수 변화의 기본 모델로서 이용되어 많은 성과를 얻었다.

(다) 수리모델 $\textcircled{1}$ 에서 β 가 $0 < \beta < \frac{1}{2K}$ 일 때 개체수의 변화를 살펴보자. 초기 개체수 a_0 가 $K < a_0 < 2K$ 이면 개체수가 K 가 될 때까지 감소하고, 초기 개체수 a_0 가 $0 < a_0 < K$ 이면 개체수가 K 가 될 때까지 증가한다.

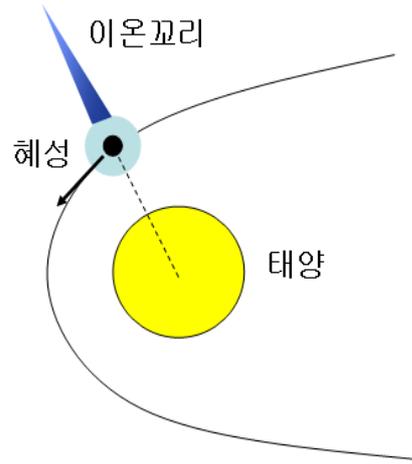
[문제 1-1] 수열 $\{a_n\}$ 이 수렴한다면 그 극한값은 무엇이 되어야 하는지 논리적으로 설명하시오. (10점)

[문제 1-2] 제시문 (다)에서 초기 개체수가 $K < a_0 < 2K$ 이면 a_1 은 부등식 $K < a_1 < a_0$ 를 만족하고, $0 < a_0 < K$ 이면 부등식 $a_0 < a_1 < K$ 를 만족함을 논리적으로 설명하시오. (15점)

[문제 1-3] 제시문 (다)가 성립함을 수열 $\{a_n\}$ 의 극한을 이용하여 논리적으로 설명하시오. (15점)

[문제 2] 아래 제시문을 읽고 물음에 답하시오.(30점)

가. 혜성은 주로 먼지와 얼음 등으로 구성된 작은 천체를 말한다. 일반적으로 혜성은 장축과 단축의 비가 매우 큰 타원궤도로 태양을 공전하며, 원일점(태양으로부터 가장 멀리 떨어져 있는 위치)은 명왕성 궤도보다 훨씬 더 바깥쪽에 놓일 때도 있다. ‘더러운 얼음 덩어리’라고도 불리는 혜성의 구조는 크게 핵, 코마, 꼬리로 이루어져있다. 혜성이 근일점(태양에서 가장 가까운 위치)에 접근하면 태양으로부터 방출되는 복사열에 의하여 혜성의 바깥층을 형성하는 얼음 덩어리 등이 증발하여, 핵 주위에 먼지와 기체로 둘러싸인 코마를 형성하게 된다. 핵의 크기는 수 십 km 정도로 작은 데 비해, 핵을 에워싸며 밝게 빛나는 코마는 태양에 가까워지면서 핵의 1만 배가 넘는 크기로 자라면서 지구에서 관측이 가능하게 된다. 이때 핵을 둘러싼 먼지와 기체는 태양풍과 태양으로부터의 복사압에 의해 뒤로 밀려나면서 혜성의 꼬리를 형성한다. 혜성의 꼬리는 이온꼬리와 먼지꼬리로 나뉘어진다. 이온꼬리는 푸른빛으로 그림과 같이 항상 태양의 반대방향에 나타나고, 먼지꼬리는 노란색 또는 약한 붉은색을 띄며 이온꼬리와는 다른 형태로 나타난다(그림에서 생략).



나. 먼지꼬리를 구성하는 먼지에는 태양과 먼지 사이의 만유인력 F_G 와 태양의 복사압에 의한 밀치는 힘 F_R 이 작용한다. 예를 들어, 반지름이 a 이고 질량이 m 인 구형 먼지의 경우, 위의 두 힘은 다음과 같이 주어진다.

$$F_R = \frac{P_S A}{4\pi c r^2} \quad F_G = G \frac{M_S m}{r^2}$$

위 식에서 P_S 는 태양이 1초당 방출하는 전체 복사에너지의 양이며, $A = \pi a^2$ 는 먼지의 단면적, c 는 빛의 속도, G 는 만유인력 상수, M_S 는 태양의 질량, r 은 태양과 먼지 사이의 거리이다. 위의 두 힘이 먼지의 운동에 미치는 영향을 분석함으로써, 다양한 반지름을 갖는 먼지로 구성된 먼지꼬리의 형태를 이해할 수 있다. (단, 현상을 단순화하기 위하여 먼지꼬리를 구성하는 개별 먼지는 구형이며 밀도는 ρ 로 일정하고 반지름만 다양하다고 가정한다.)

[문제 2-1] 위 식에서 힘 F_R 은 거리의 제곱에 반비례한다. 이에 대한 물리적인 이유를 설명하시오. (10점)

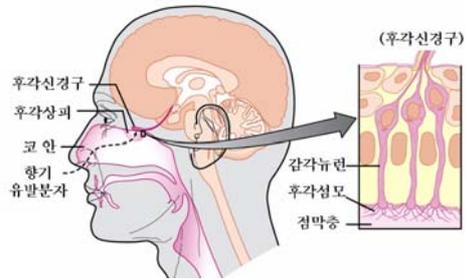
[문제 2-2] 먼지에 미치는 힘의 합이 0 이 되는 경우의 먼지의 반지름 a_0 를 위의 변수들을 이용하여 표현하고, 먼지의 반지름이 a_0 에 비하여 큰 경우와 작은 경우 먼지가 받는 힘과 운동에 대하여 논하시오. (13점)

[문제 2-3] 위에서 구한 먼지가 받는 힘과 운동의 차이에 근거하여 형성되는 먼지꼬리의 형태를 그림을 그려 설명하고, 먼지꼬리 내의 먼지의 반지름 분포에 대하여 논하시오. (7점)

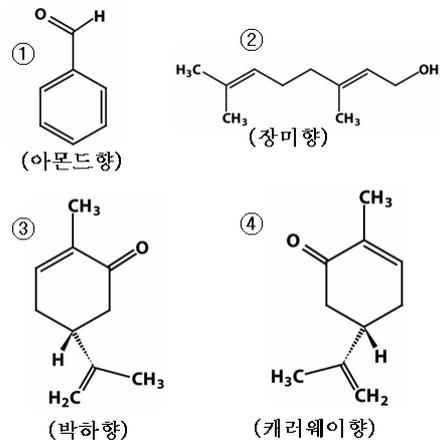
[문제 3] 아래 제시문을 읽고 물음에 답하시오.(30점)

(가) 최근에 영화로도 만들어진 독일 작가 파트리크 쥐스킨트의 원작 소설 “향수”를 보면 “장 바티스트 그르누이”라는 사악한 천재가 나온다. “어느 살인자의 이야기”라는 부제가 붙은 이 소설의 주인공 그르누이는 극히 예민한 후각을 타고난 냄새의 천재로 세상의 모든 냄새를 구분할 수 있으며, 그 모든 냄새를 소유하고 지배하고자 최상의 향수를 만들려고 한다. 이를 위해 그르누이는 가장 좋은 체취를 얻기 위해서 25명의 아름다운 여성들을 살해하게 된다. 결국 그르누이는 그 죄과가 드러나게 되고 파리의 골목길에서 29살의 나이로 비참한 최후를 맞게 된다.

(나) 우리 인간은 평균적으로 4000가지 이상의 서로 다른 향기를 감지할 수 있다고 알려져 있다. 코 안의 상피조직에는 100만 여개의 감각뉴런(신경세포)이 분포되어 있고, 감각뉴런의 바닥에는 다수의 후각섬모가 돌출되어 있다[그림 참조]. 후각섬모 표면에는 향기 유발 분자를 인지할 수 있는 ‘후각 수용체’라는 단백질 분자들이 분포되어 있는데, 각 감각뉴런마다 한 가지 종류의 후각 수용체가 발현된다고 알려져 있다. 향기 유발 분자는 여러 종류의 후각 수용체를 자극할 수 있고, 자극의 강도는 수용체의 종류에 따라 다르다고 알려져 있다. 우리 인간은 평균적으로 350여개의 후각 수용체 유전자를 가지고 있으며, 다른 종류의 수용체 분자를 보유한 각각의 감각뉴런들은 뇌의 서로 다른 위치에 존재하는 세포들과 연결되어 있다고 알려져 있다.



(다) 분자간 상호작용은 분자의 삼차원 구조, 작용기의 종류와 위치, 전자밀도 분포 등 다양한 구조-전기적 특성에 의해 그 세기와 본질이 달라진다. 중성분자의 분자간 상호작용에는 쌍극자-쌍극자 및 쌍극자-유도쌍극자 상호작용, 분산력, 수소결합 등이 있으며, 여러 개의 상호작용이 동시에 일어날 수도 있다. 단백질은 거대 생체 분자로서 매우 복잡한 삼차원 구조를 가지고 있지만, 수용체 분자의 ‘결합자리(반응중심)’에는 향기 유발 분자를 선택적으로 인지할 수 있는 세부구조를 형성한다고 알려져 있다. 우리 주변에서 경험할 수 있는 향기 유발 분자의 예는 오른쪽 그림과 같다.



[문제 3-1] 제시문 (다)에서 언급된 향기 유발 분자들의 구조-전기적 특성으로부터 예상되는 향기 유발 분자와 후각 수용체간의 상호작용을 비교 설명하고, 후각 수용체 유전자수에 비해 10배 이상의 향기를 감지할 수 있는 생물학적인 근거를 설명하시오. (20점)

[문제 3-2] 최근에 인간의 후각시스템의 원리를 이용하여 음식의 향기를 탐지할 수 있는 휴대용 ‘전자코’가 만들어졌다고 한다. 후각시스템의 원리에 입각하여 선택적으로 탐지할 수 있는 향기의 종류와 검출감도를 최대화할 수 있는 ‘스마트 전자코’를 제안하시오[과학적인 근거를 제시할 것]. (10점)

2. 출제의도·제시문 설명·채점기준

가. 자연 1-1번(수학 문제) 출제의도 및 평가 안내

1) 출제의도

고등학교 자연계학생들이 학습하는 미분과 적분의 기본 원리와 그 개념을 이해하고 있는지, 이를 응용하여 다른 조건에서도 같은 원리와 개념을 적용할 수 있는지, 또한 학생 개인 스스로가 이 원리와 개념을 적용될 수 있는 다른 방법을 논리적이고 창의적인 사고력을 통하여 찾아낼 수 있는지를 묻는 문제이다.

2) 제시문 및 문항분석

가) 고등학교 교과서에서 학습하는 곡선의 길이를 정적분의 정의를 이용하여 유도하는 문제이다. 정적분의 정의를 정확히 이해하고 있고, 이를 곡선의 길이를 구하는 문제에 적용할 수 있는지를 묻고있다.

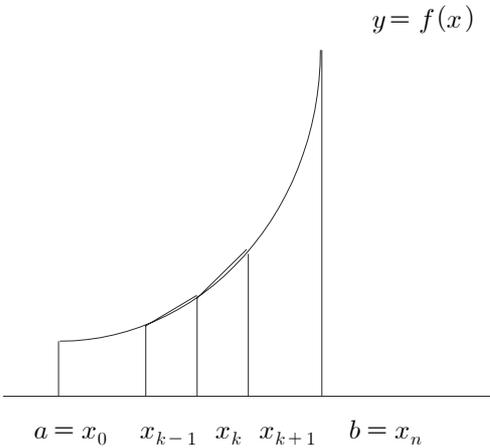
나) (1)에서의 방법과 달리 한 점에서의 접선을 구하고 이 접선이 구간의 분할과 교차하는 두 점 사이의 거리의 합을 구하는 문제이다. 이는 (1)에서 사용한 방법을 그대로 적용하여 새로운 길이의 합을 정적분의 형태로 구해보는 문제이다.

다) (1) 과 (2)의 결과는 같아야한다. 비록 (1)과 (2)가 다른 선분의 길이의 합을 구하였지만, 극한을 이용하여 정적분의 정의대로 나타낸 결과는 같다는 것이다. 다시 말하면, 이는 곡선의 길이는 교과서에서 말하고 있는 유한선분의 길이의 합을 극한으로 계산하는 정의와 이에 대응하는 다른 선분의 길이를 같은 방법으로 계산하여도 곡선의 길이를 얻을 수 있다는 것을 알려준다.

라) (1)에서는 곡선 사이의 선분의 길이의 합의 극한값, (2)에서는 접선의 길이의 합의 극한값이 같은 곡선의 길이가 되었으므로, 이 두 가지와는 다른 방법을 찾아내는 문제이다. 여러 가지 답이 나올 수 있지만, (1)과 (2)의 혼합, 또는 각 소구간 하나에 대응하는 접선의 길이의 합의 극한등 여러 가지 방법이 있을 수 있다.

3) 평가기준 및 예시답안

[문제 1-1]



[그림 1]

폐구간 $[a, b]$ 를 n 개의 균등한 소구간으로 나누고, 각 소구간을 $[a = x_0, x_1] \cdots [x_{k-1}, x_k] \cdots [x_{n-1}, x_n = b]$ 이라하자. 그리고 $x_k - x_{k-1} = \Delta x = \frac{b-a}{n}$ 이다. 이때, 점 $(x_{k-1}, f(x_{k-1}))$ 과 $(x_k, f(x_k))$ 사이의 선분의 길이는 $\sqrt{(x_k - x_{k-1})^2 + (f(x_k) - f(x_{k-1}))^2}$ 인데 $f(x)$ 가 미분가능한 함수이므로 평균값 정리에 의하여 $f(x_k) - f(x_{k-1}) = f'(\xi)(x_k - x_{k-1})$ 를 만족하는 ξ 가 x_{k-1} 과 x_k 사이에 존재한다.

따라서 위의 선분의 길이는 $\sqrt{(x_k - x_{k-1})^2 + (x_k - x_{k-1})^2 [f'(\xi)]^2}$ 이 되므로 각 구간에서 구한 이러한 선분의 총합은 $\sum_{k=1}^n \sqrt{1 + [f'(\xi)]^2} (x_k - x_{k-1})$ 이 되어 구하는 곡선의 길이는

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^n \sqrt{1 + [f'(\xi)]^2} \Delta x = \int_a^b \sqrt{1 + [f']^2} dx \text{ 이다.}$$

[문제 1-2]

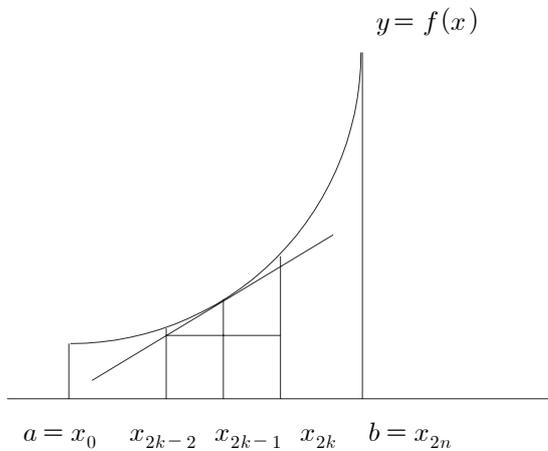
폐구간 $[a, b]$ 를 $2n$ 개의 균등한 소구간으로 나누고, 각 소구간을 $[a = x_0, x_1] \cdots [x_{2k-2}, x_{2k-1}], [x_{2k-1}, x_{2k}] \cdots [x_{2n-1}, x_{2n} = b]$ 라 하자. 그러면 $x_{2k} - x_{2k-1} = \Delta x = \frac{b-a}{2n}$ 이다. 또한 점 $(x_{2k-1}, f(x_{2k-1}))$ 에서의 접선의 식을 $y = g_k(x)$ 라 하면, $g_k(x) = f(x_{2k-1}) + f'(x_{2k-1})(x - x_{2k-1})$ 이다.

$\Delta g_{2k} = [f(x_{2k-1}) + f'(x_{2k-1})(x_{2k} - x_{2k-1})] - [f(x_{2k-2}) + f'(x_{2k-2})(x_{2k-1} - x_{2k-2})]$ 라 놓고
 $\Delta x_{2k} = x_{2k} - x_{2k-2}$ 라 하면, 이 접선위의 두 점 $(x_{2k-2}, g_k(x_{2k-2}))$ 와 $(x_{2k}, g_k(x_{2k}))$
 사이의 거리 l_k 는

$$l_k = \sqrt{[\Delta g_{2k}]^2 + [\Delta x_{2k}]^2} = \sqrt{1 + [f'(x_{2k-1})]^2} \Delta x_{2k} \text{가 된다.}$$

따라서, $\lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^n l_k$ 의 값은

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^n l_k = \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^n \sqrt{1 + [f'(x_{2k-1})]^2} \Delta x_{2k} = \int_a^b \sqrt{1 + [f'(x)]^2} dx \text{ 이다.}$$



[그림 2]

[문제 1-3]

(1)과 (2)에서 유도한 바와 같이 두 값은 결국 같은 값을 가지게 된다.

다시 말하면, 이는 곡선의 길이는 교과서에서 말하고 있는 유한선분의 길이의 합을 극한으로 계산하는 정의와 이에 대응하는 다른 선분의 길이를 같은 방법으로 계산 하여도 곡선의 길이를 얻을 수 있다는 것을 아는 사실이 중요하다.

(1)에서는 교과서에 나오는 것처럼 소구간에 대응하는 곡선 사이의 선분의 길이의 합의 극한값, (2)에서는 접선의 길이의 합의 극한값이 같은 곡선의 길이가 되었으므로, 이 두 가지와는 다른 선분의 길이나 그 합의 극한은 위의 결론과 같게 되는 선분을 찾아내는 문제이다.

여러 가지 답이 나올 수 있지만, 다음의 각 경우가 있을 수 있다

가. 폐구간 $[a, b]$ 를 짝수개, 즉, $2m$ 개의 균등한 소구간으로 나누고, 위의 방법을 적

용하는 방법(r 은 자연수)

나. 폐구간 $[a, b]$ 를 rn 개의 균등한 소구간으로 나누고, 위의 방법을 적용하는 방법(r 은 자연수).

다. (1)과 (2)의 혼합, 즉 교대로 선분의 길이를 사용하는 방법

라. 각 소구간 하나에 대응하는 접선의 길이의 합(즉, 위의 (2)에 사용한 선분의 길이의 반)을 사용하는 방법

나. 자연 II-1번(수학 문제) 출제의도 및 평가 안내

1) 출제의도

가) 제시문은 고등학교 수학 I, II 교과과정에서 배운 수열과 수열의 극한에 관한 기본적인 원리를 주어진 상황에 적합하게 적용하는 능력을 평가하려한다.

나) 제시문을 통해 이해력, 논리적 분석력, 사고의 유연성, 표현력을 평가하려한다.

2) 모범답안

[1-1]

수열 $\{a_n\}$ 에 대하여 $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n = \alpha$ 라 하자. 관계식 ㉠의 양변에 극한을 취하면

$$\alpha = \lim_{n \rightarrow \infty} a_{n+1} = \lim_{n \rightarrow \infty} [a_n + \beta a_n (K - a_n)] = \alpha + \beta \alpha (K - \alpha)$$

따라서 α 는 다음 방정식의 근이 된다.

$$\alpha = \alpha + \beta \alpha (K - \alpha)$$

따라서 $\alpha = 0, K$ 가 된다.

[1-2]

(a) 초기 개체수 a_0 가 $K < a_0 < 2K$ 일 때

편의상 $a_0 = K + b$, $0 < b < K$ 로 표시하자. $\beta a_0 (K - a_0) < 0$ 임으로 관계식 ㉠에 의해 다음이 성립한다.

$$a_1 = a_0 + \beta a_0 (K - a_0) = K + b - \beta (K + b)b$$

$0 < \beta < \frac{1}{2K}$ 이고 $0 < b < K$ 임으로 다음 부등식이 성립한다.

$$0 < \beta (K + b) < 1, \quad 0 < b - \beta (K + b)b < b$$

따라서 다음 부등식이 성립한다.

$$K < a_1 = K + b - \beta(K+b)b < a_0$$

(b) 초기 개체수 a_0 가 $0 < a_0 < K$ 일 때

편의상 $a_0 = K - b$, $0 < b < K$ 로 표시하자. 관계식 ㉠에 의해

$$a_1 = a_0 + \beta a_0(K - a_0) = K - b + \beta(K - b)b$$

$0 < \beta < \frac{1}{2K}$ 이고 $0 < b < K$ 임으로 다음 부등식이 성립한다.

$$0 < \beta(K - b) < 1, \quad -b < -b + \beta(K - b)b < 0$$

따라서 다음 부등식이 성립한다.

$$a_0 < a_1 = K - b + \beta(K - b)b < K$$

[1-3] 다양한 답안이 가능하다.

[답안A]

(a) 초기 개체수 a_0 가 $K < a_0 < 2K$ 일 때

답안 [1-2]에서 a_0 와 a_1 간의 관계는 일반적으로 a_n 와 a_{n+1} 에서도 성립함으로 다음 결론이 유도된다.

$$a_0 > a_1 > \dots > a_n > a_{n+1} > \dots > K$$

따라서 $a_n = K + b_n$, $0 < b_n < K$ 로 표시할 수 있다. 이때 수열 $\{b_n\}$ 은 다음 관계식을 만족한다.

$$K + b_{n+1} = a_{n+1} = a_n + \beta a_n(K - a_n) = K + b_n - \beta(K + b_n)b_n$$

즉,

$$\textcircled{A} \quad b_{n+1} = b_n - \beta(K + b_n)b_n$$

가정 $0 < \beta < \frac{1}{2K}$ 에 의해 $\frac{1}{2} < \beta(K + b_n) < 1$ 이 성립함으로, ㉠에 의해 수열 $\{b_n\}$ 은 다음 부등식을 만족한다.

$$\textcircled{B} \quad 0 < b_{n+1} < \frac{1}{2}b_n$$

따라서, $b_n < 2^{-n}b_0$ 이 되고 $\lim_{n \rightarrow \infty} b_n = 0$ 이 된다. 따라서 수열 $\{a_n\}$ 도 수렴한다. [문제

1-1]의 답안에 의해 극한값 α 는 0 또는 K 가 된다.

$a_n > K$ 임으로 $\alpha = K$ 이어야 한다.

(b) 초기 개체수 a_0 가 $0 < a_0 < K$ 일 때도 같은 방식으로 증명한다.

[답안B]

(a) 초기 개체수 a_0 가 $K < a_0 < 2K$ 일 때

답안 1-2에서 a_0 와 a_1 간의 관계는 일반적으로 a_n 와 a_{n+1} 에서도 성립함으로 다음 결론이 유도된다.

$$a_0 > a_1 > \dots > a_n > a_{n+1} > \dots > K$$

따라서 수열 $\{a_n\}$ 은 감소수열이면서 하한을 가지고 있다. 따라서 수열의 극한은 존재함(상식적인 수준이나 대학수준의 논리임)으로 $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n = \alpha$ 라 하자. [문제 1-1]

의 답안에 의해 극한값 α 는 0또는 K 가된다.

$a_n > K$ 임으로 $\alpha = K$ 이어야 한다.

(b) $0 < a_0 < K$ 일 때, $a_0 < a_1 < \dots < a_n < a_{n+1} < \dots < K$

따라서 수열 $\{a_n\}$ 은 단조증가 또는 단조감소 수열이면서 하한과 상한을 가지고 있다.

(b) 초기 개체 수 a_0 가 $0 < a_0 < K$ 일 때도 같은 방식으로 증명한다.

다. 자연계열 문제 2번(물리 및 지구과학 문제) 출제의도 및 평가 안내

가) 출제의도

예로부터 긴 꼬리를 보이며 관찰되는 혜성은 역사적인 사건의 예시를 나타내거나, 불길한 징조로 여겨져 오곤 했다. 현대과학에서도 혜성은 ‘더러운 얼음 덩어리’라고 표현되기도 한다. 이는 혜성이 태양에서 멀리 떨어져 있다가 태양에 근접함에 따라 불순물이 가득한 얼음이 녹으며 분리된 먼지와 기체 이온들이 두 종류의 꼬리를 형성하는 것에 근거한다. 본 문제에서는 이러한 혜성의 먼지꼬리 형태에 대하여 만유인력과 복사압이 미치는 영향을 고려하여 분석하도록 하였다. 이를 통하여, 파동 및 힘과 운동에 대한 이해를 평가해 보고자 한다.

나) 평가기준 및 예시답안

[문제2-1] 태양은 1초당 P_S 의 복사에너지를 사방으로 방출한다. 이렇게 방출된 복사파가, 어떤 주어진 시간에 반지름이 r 인 가상의 구의 표면을 통과하고 있다고 하면, 에너지 보존에 의하여 1초당 구의 표면을 통과하는 모든 복사에너지의 합은 P_S 와 같아야 한다. 그러므로 $P_S = 4\pi r^2 I$. (여기서 I 는 반경 r 인 가상의 구 표면

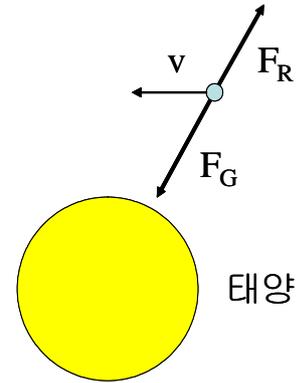
에서 단위면적/단위시간 당 복사에너지양이다.) 거리가 r 떨어진 먼지에 미치는 복사압의 세기는 I 에 비례하기 때문에 F_R 은 다음과 같이 거리의 제곱에 반비례한다.

$$F_R \propto I = \frac{P_S}{4\pi r^2}$$

[문제2-2] 혜성은 다양한 크기의 먼지들로 구성되어 있는데, 먼지의 반경이 a_0 일 때 태양과 먼지 사이의 만유인력 F_G 와 복사압에 의한 밀치는 힘 F_R 이 균형을 이룬다. 즉,

$$G \frac{M_S m}{r^2} = \frac{4\pi\rho GM_S a_0^3}{3r^2} = \frac{P_S \pi a_0^2}{4\pi cr^2}.$$

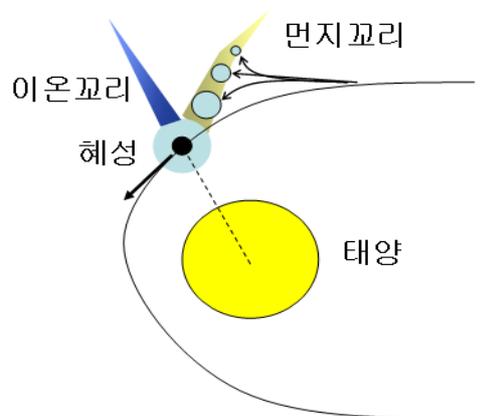
(왜냐하면, 먼지의 질량 $m = \frac{4\pi a^3}{3}\rho$, 단면적 $A = \pi a^2$ 이기 때문이다.)



그러므로 $a_0 = \frac{3P_S}{16\pi c\rho GM_S}$ 이면 먼지에 미치는 힘의 합은 0이다.

만유인력 F_G 는 a^3 에 비례하고, 복사압에 의한 척력 F_R 은 a^2 에 비례한다. 그러므로 반경 $a > a_0$ 인 경우, 인력이 척력보다 강하다. 그러므로 먼지의 운동은 태양을 중심으로 타원 궤도 운동을 한다. 그러나 유한한 크기의 척력 때문에 혜성 핵의 궤도 보다는 바깥에 위치할 것이다. 반지름이 $a < a_0$ 인 경우, 척력이 인력보다 강해서 태양에서 밀쳐지는 운동이 우세하게 된다.

[문제2-3] (2)에서 논한 먼지의 운동에 의하면, 먼지는 반지름에 따라 마치 빛의 스펙트럼처럼 먼지꼬리 내에 분포되며, 아래 그림과 같이 반지름이 큰 먼지는 혜성 핵에 가까운 거리에, 작은 먼지는 먼 거리에 위치한다.



라. 자연계열 3번(화학 및 생물 문제) 출제의도 및 평가 안내

1) 출제의도

- 우리 인간이 가지고 있는 5가지 감각 중의 하나인 후각의 원리를 과학적으로 이해하는지 여부를 묻고자 하였음.
- 분자구조와 분자간 상호작용에 대한 미시적인 화학적 개념을 바탕으로 거시적인 생물학적 현상을 설명할 수 있는지 여부를 묻고자 하였음.
- 화학 및 생물학의 원리를 응용할 수 있는지 여부를 묻고자 하였음.

2) 제시문 및 문항분석

가) 제시문

- (가)에서는 후각과 관련된 소설, ‘향수’에 대한 내용을 간단히 요약하여 소개함으로써 후각에 관심을 유도하고자 하였음.
- (나)에서는 기본적인 생물학적 용어들을 사용하여, 후각과 관련된 생물학적 사실들을 제시함으로써, 선행학습을 하지 않더라도 생물학적 용어에 대한 이해를 바탕으로 문제를 해결할 수 있도록 하였음.
- (다)에서는 분자의 구조-전기적인 측면과 분자간 상호작용에 대한 기본 개념을 기술하고, 단백질 분자와 같은 거대분자의 경우에 어떻게 적용될 수 있는지를 설명함으로써, 문제해결의 방향을 제시하였음.

나) 문항분석

[문제 3-1]

제시된 분자구조로부터 유기분자의 화학적 특성을 이해하고, 이를 바탕으로 각 유기분자와 거대 수용체 단백질 분자간의 상호작용의 차이를 인식할 수 있는지 여부를 묻고자 하였음. 또한 수용체 유전자 개수의 10배 이상의 향기를 인지할 수 있기 위해서는 ‘분자간 상호작용의 세기와 본질의 차이’의 측면과 더불어, 인간의 인지중추인 뇌와의 연결방법이 중요함을 인식하고 ‘조합메커니즘’의 원리를 도출할 수 있는지 여부를 묻고자 하였음. 제시문에 대한 이해와 화학-생물학적인 개념을 바탕으로 다음과 같은 사실(공통점과 차이점)을 논리적으로 유추할 수 있어야 함.

- 향기 유발 분자들은 대부분 휘발성이 강한 방향족 유기분자들임.
- 친수성인 극성 작용기 부분과 소수성인 탄화수소 부분으로 구성되어 있음.
- 탄소-탄소 이중결합 또는 벤젠고리 구조는 분자 모양을 일정하게 유지하는 역할을 함.

- 알데히드(CHO), 카보닐(CO), 하이드록시(OH) 등 극성 작용기들은 수용체의 특정 아미노산과 수소결합을 할 것으로 예상됨.
- 4개의 향기 유발 분자의 전체적인 분자 모양이 서로 다름: ①은 벤젠고리와 알데히드기가 컨주게이션이 된 납작한 구조; ②는 탄소-탄소 결합으로 인한 선형 구조; ③과 ④는 헥산고리와 옆가지 작용기에 의한 덜 납작한 구조.
- ③과 ④는 분자 모양은 같지만 광학이성질체로서 삼차원 배열이 서로 다름. 수용체 결합자리와 상호작용이 달라질 수 있음 -> 분자 모양이 동일하더라도 삼차원 배열이 다르면 수용체와의 상호작용의 세기와 본질이 달라질 수 있기 때문에 향기가 달라질 수 있음. <- 생물학적 측면과 비교하여 설명할 수 있음.
- 각각의 향기 유발 분자를 인지하는 수용체는 향기 유발 분자의 분자 모양과 삼차원 배열을 수용할 수 있는 결합자리 구조를 가질 것임.
- 수용체의 결합자리에는 각각의 향기 유발 분자의 극성작용기들(알데히드, 카보닐, 하이드록시)과 특이적인 수소결합을 할 수 있도록 특정 아미노산이 삼차원적으로 배열될 것임.
- 제시문 (나)의 내용으로부터 인간은 약 350 종류의 수용체를 가지고 있기 때문에, 각 수용체가 한 개의 향기 유발 분자와 상호작용한다면 350가지의 향기만을 인지할 것임.
- 하지만 각각의 수용체는 여러 종류의 향기 유발 분자와 상호작용할 수 있고, 동일한 수용체를 가지고 있는 감각뉴런은 동일한 뇌의 부분과 연결되어 있다는 사실을 지적; 따라서, 유사한 분자 구조(예: ③ 과 ④)를 가지고 있더라도 뇌의 서로 다른 부분에 연결되어 있는 여러 종류의 수용체 분자들과의 상호작용의 조합은 다를 수 있기 때문에, 향기를 다르게 인지할 수 있음. 즉 조합 메커니즘 (combinatorial mechanism)이 작용하고 있음.

[문제 3-2]

후각의 원리에 대한 이해를 바탕으로 기능이 최적화된 새로운 생체모방 디바이스를 제안하도록 함으로써, 자연현상의 원리를 응용할 수 있는지 여부를 묻고자 하였음.

- 인간의 후각시스템의 원리를 인식해야함: 향기 유발 분자와 수용체 분자간의 상호작용에 의해 시작; 결합 전후, 수용체 분자의 구조적 특성 변화; 수용체 분자의 특성변화는 전기적인 신경전달 과정에 영향을 줌; 인지중추인 뇌에서 ‘조합메커니즘’에 의한 신호분석.
- 전자코는 크게 세부부분으로 나눌 수 있음: 향기 유발 분자를 선택적으로 포집하는 부분(수용체 부분); 포집된 분자에 의해서 전기적인 특성의 변화를 유도하는 부분(수용체-신경전달 부분); 전기적인 병렬 신호를 측정하고 ‘조합메커니즘’에 의해 분석하는 부분(뇌).
- 수용체에 해당하는 부분은 수용체의 결합자리와 유사한 분자구조를 가지고 있

고 구조-역학적으로 안정한 ‘분자인지 유기-무기 분자’를 활용한 인공수용체; 전기적 특성의 변화를 유도하는 부분은 분자의 결합 전후에 전기적인 특성이 변화되는 ‘전도성 고분자’ ‘금속산화물 반도체’; 뇌에 해당하는 부분은 전류 또는 저항을 측정할 수 있는 장치가 부착되어 있고 병렬 신호처리를 수행할 수 있는 컴퓨터.

- 종합하면, 고감도의 고분자(반도체) 선(wire)을 제작한 후, 선 표면에 많은 개수의 동일한 인공수용체를 부착함; 가능한 많은 수의 인공수용체 선을 활용하되, 인공수용체 종류별로 전기적인 특성을 측정할 수 있도록 공간적으로 배열함; 병렬로 들어오는 전기적인 신호의 조합을 분석.
- 참고로 인공수용체는 향기 유발 분자와의 결합력이 강해야 함과 동시에, 연속적인 사용을 위해서 필요시 쉽게 분해될 수 있어야 함.

3) 평가기준

[문제 3-1]

A: 전반적인 문항분석의 내용을 체계적으로 기술한 경우

- 향기 유발 분자의 구조-전기적 특성을 기술(특히 ③과 ④의 차이점을 설명)
- 수용체 결합자리의 구조적인 특성을 기술(특히 수소결합을 위한 아미노산의 배열을 설명)
- 후각 감각의 메커니즘은 조합메커니즘임을 기술

B: 전반적인 문항분석의 내용을 기술했지만 체계적이지 못한 경우, 또는 A의 괄호안의 내용 등 상세한 설명을 하지 못한 경우

C: A의 3개 항목 중에서 2개를 기술한 경우, 또는 B에 비해 문제에 대한 이해도가 떨어지는 경우

D: A의 3개 항목 중에서 1개를 기술한 경우, 또는 C에 비해 문제에 대한 이해도가 떨어지는 경우

[문제 3-2]

A: 전반적인 문항분석의 내용을 체계적으로 기술한 경우

- 인간의 후각시스템의 핵심 원리를 기술
- 인공수용체, 고분자(반도체) 선, 컴퓨터 등을 이용한 전자코의 구성을 설명
- 전기적인 병렬신호의 조합을 분석해야함을 지적

B: 전반적인 문항분석의 내용을 기술했지만 체계적이지 못한 경우, 또는 A의 내용 중에서 2개를 상세하게 기술한 경우

C: A의 3개 항목 중에서 1개를 상세하게 기술한 경우, 또는 B에 비해 문제에 대한 이해도가 떨어지는 경우

D: C에 비해 문제에 대한 이해도가 떨어지는 경우

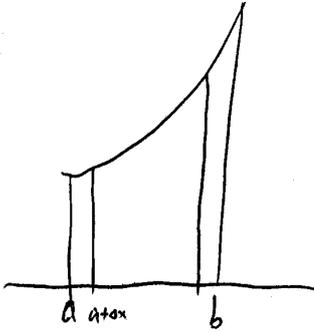
3. 답안 사례 및 평가

가. 자연 1-1번 답안 사례

▶ 전체문항 답안 사례 1

[1-1] 답

정적분의 정의에 따르면, $\lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=0}^{n-1} f(\bar{x}_k) \cdot \Delta x = \int_a^b f(x) dx$ (단, $\Delta x = \frac{b-a}{n}$, \bar{x}_k 는 $a + k\Delta x$ 와 $a + (k+1)\Delta x$ 사이의 임의의 수)가 된다.



이제 곡선의 길이를 구해보면, $[a, b]$ 를 일단 n 등분을 하자. 잘게 잘랐을 때 곡선의 길이는 직선의 길이와 같게 되므로 곡선의 길이를 l 이라고 했을 때,

$$l = \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=0}^{n-1} \sqrt{(\Delta x)^2 + (f(x_{k+1}) - f(x_k))^2} \quad (\text{단, } \Delta x = \frac{b-a}{n}, x_k = a + k\Delta x) \text{ (이유는 피타고라스의 정리에 의해서)}$$

$$= \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=0}^{n-1} \sqrt{1 + \left(\frac{f(x_{k+1}) - f(x_k)}{\Delta x}\right)^2} \Delta x$$

평균값정리에 의해 $x_k < \bar{x}_k < x_{k+1}$ 인 \bar{x}_k 가 존재해서

$$f'(\bar{x}_k) = \frac{f(x_{k+1}) - f(x_k)}{\Delta x} \text{가 된다.}$$

$$\therefore l = \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^{n-1} \sqrt{1 + (f'(\bar{x}_k))^2} \Delta x \quad (\Delta x = \frac{b-a}{n}, x_k < \bar{x}_k < x_{k+1})$$

$$= \int_a^b \sqrt{1 + (f'(x))^2} dx \quad \leftarrow \text{(by 정적분의 정의)}$$

[1-2] 답

$y = g_k(x) = f'(x_{2k-1})(x - x_{2k-1}) + f(x_{2k-1})$ 이 된다.

l_k 는 피타고라스 정리에 의해 $\sqrt{(x_{2k} - x_{2k-2})^2 + (f'(x_{2k-1})(x_{2k} - x_{2k-2}))^2}$ 이 된다

$$\therefore \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^n l_k = \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^n (x_{2k} - x_{2k-2}) \sqrt{1 + (f'(x_{2k-1}))^2}$$

$$\begin{aligned}
&= \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^n \Delta x \sqrt{1 + (f'(x_{2k-1}))^2} \quad (\Delta x = \frac{b-a}{n}, x_{2k-2} < x_{2k-1} < x_{2k}) \\
&= \int_a^b \sqrt{1 + f'(x)^2} dx \quad \leftarrow \quad (\text{by 정적분의 정의})
\end{aligned}$$

[1-3] 답

[1-1][1-2]에서 유도된 방법은 다르지만, 그 계산값은 같게 된다.

좀 더 일반적으로 $[a, b]$ 를 $2mn$ 등분을 한 뒤 점 $(x_{2mk-1}, f(x_{2mk-1}))$ 에서 접선의 식을 $g_k(x)$, 접선 위의 점 $(x_{2mk-m-1}, g_k(x_{2mk-m-1}))$ 와 $(x_{2mk+m-1}, g_k(x_{2mk+m-1}))$ 사이의 거리를 l_k 라 하면,

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^{n-1} l_k = \int_a^b \sqrt{1 + f'(x)^2} dx \text{가 됨을 쉽게 알 수 있다.}$$

실제적으로 l_k 를 구할 때에는, 등분을 할 필요도 없다.(리만적분의 결과에 따르면, 각 구간의 길이가 0에 수렴한다면 이와 같은 방법으로 연속함수에 대해서 정적분이 가능하다.)

평가

[1-1]

정적분의 정의와 평균값의 정리를 정확히 인지하고 있고, 이를 적용하여 곡선의 식을 $f'(x)$ 이 포함된 정적분으로 적절히 유도하였다.

[1-2]

1-2에서 주어진 조건을 잘 이해하고 있고, 이를 적절히 이용할 줄 알고 있다. 정적분의 정의를 사용하여 간결하게 원하는 정적분 형태를 얻었다.

[1-3]

첫 번째 답안은 조금 부족하다. [1-1]과 [1-2]에서 유도한 결과가 왜 같은지를 설명하여야한다. 그러나 두 번째 답안은 매우 좋은 답이다. 지문에서 구간 $[a, b]$ 를 $2n$ 등분하였는지를 파악하면 이를 좀 더 일반화 할 수 있다는 것을 알 수 있을 것이다. 비록 선택한 두 점이 [1-2]에서 말하고 있는 두 점과 대응되는 점은 아니지만, 이러한 생각을 찾아낸 것은 쉽지 않은 일이고, 따라서 많이 칭찬해주고 싶다.

▶ 전체문항 답안 사례 2

[1-1] 답

$[a, b]$ 를 n 등분하여 $a = x_0 < x_1 < x_2 < \dots < x_{n-1} < x_n = b$, $\Delta x = \frac{b-a}{n}$,

$x_k = a + \frac{k(b-a)}{n}$ ($k = 0, 1, 2, \dots, n$) 일 때

임의의 점 $(x_k, f(x_k))$, $(x_{k+1}, f(x_{k+1}))$ 에 대하여

$$l_k = \sqrt{(x_{k+1} - x_k)^2 + \{f(x_{k+1}) - f(x_k)\}^2} = (x_{k+1} - x_k) \sqrt{1 + \left\{ \frac{f(x_{k+1}) - f(x_k)}{x_{k+1} - x_k} \right\}^2}$$

$$\begin{aligned} \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=0}^{n-1} l_k &= \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=0}^{n-1} (x_{k+1} - x_k) \sqrt{1 + \left\{ \frac{f(x_{k+1}) - f(x_k)}{x_{k+1} - x_k} \right\}^2} = \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=0}^{n-1} \sqrt{1 + \left\{ \frac{f(x_{k+1}) - f(x_k)}{x_{k+1} - x_k} \right\}^2} \cdot \Delta x \\ &= \int_a^b \sqrt{1 + \{f'(x)\}^2} dx \end{aligned}$$

따라서 점 $(a, f(a))$ 부터 점 $(b, f(b))$ 까지의 곡선의 길이는 $l = \int_a^b \sqrt{1 + \{f'(x)\}^2} dx$ 이다.

[1-2] 답

[그림2]는 $[a, b]$ 를 $2n$ 등분하였으므로 $a = x_0 < x_1 < x_2 < \dots < x_{2n} = b$, $\Delta x = \frac{b-a}{2n}$,

$x_{2k} = a + \frac{2k(b-a)}{2n} = a + \frac{k(b-a)}{n}$ ($k = 0, 1, 2, \dots, n$) 이라고 하자.

점 $(x_{2k-1}, f(x_{2k-1}))$ 에서의 접선의 식은 $y = f'(x_{2k-1})(x - x_{2k-1}) + f(x_{2k-1})$ 이므로

$$g_k(x_{2k-2}) = f'(x_{2k-1})(x_{2k-2} - x_{2k-1}) + f(x_{2k-1})$$

$$g_k(x_{2k}) = f'(x_{2k-1})(x_{2k} - x_{2k-1}) + f(x_{2k-1})$$

$$l_k = \sqrt{(x_{2k} - x_{2k-2})^2 + \{g_k(x_{2k}) - g_k(x_{2k-2})\}^2}$$

$$= \sqrt{(x_{2k} - x_{2k-2})^2 + \{f'(x_{2k-1})(x_{2k} - x_{2k-2})\}^2}$$

$$= (x_{2k} - x_{2k-2}) \sqrt{1 + \{f'(x_{2k-1})\}^2}$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^n l_k = \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^n (x_{2k} - x_{2k-2}) \sqrt{1 + \{f'(x_{2k-1})\}^2}$$

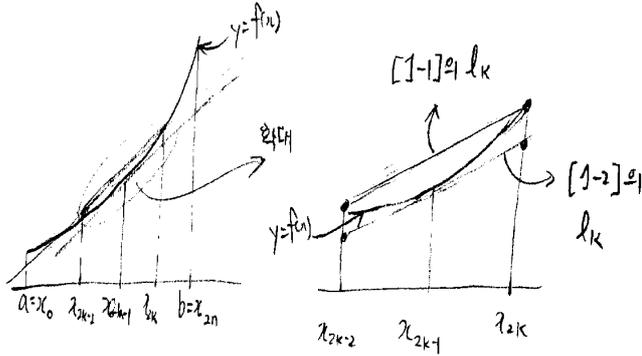
$$= \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^n \left(2 \cdot \frac{b-a}{2n}\right) \sqrt{1 + \{f'(x_{2k-1})\}^2}$$

$$= \int_a^b \sqrt{1 + \{f'(x)\}^2} dx$$

[1-3] 답

[1-1]에서 구한 l_k 를 [1-2]에서와 같이 $[a, b]$ 를 $2n$ 등분하여 생각해보면,

$\sqrt{(x_{2k} - x_{2k-2})^2 + \{f(x_{2k}) - f(x_{2k-2})\}^2}$ 와 같은 값이다.



구하고자 하는 길이 l 의 $\frac{1}{n}$ 은 [1-1]의 l_k 와 [1-2]의 l_k 사이값인데, [1-1]의 l_k 와 [1-2]의 l_k 에 극한값을 취할 경우 값이 같아지므로, 구하고자 하는 길이 l 은 [1-1]의 l_k 나 [1-2]의 l_k 의 극한값임을 알 수 있다.

따라서 [1-1]의 결과와 [1-2]의 결과는 같다.

[1-1]과 같은 결론을 유도하는 다른 방법으로는 [그림2]에서 $(x_{2k-1}, f(x_{2k-1}))$ 와 $(x_{2k}, g_k(x_{2k}))$ 의 거리 d_k 를 이용하면 된다.

$$d_k = \sqrt{(x_{2k} - x_{2k-1})^2 + \{f(x_{2k-1})(x_{2k} - x_{2k-1})\}^2}$$

$[a, b]$ 를 $2n$ 등분하였으므로 $a = x_0 < x_1 < x_2 < \dots < x_{2n} = b$, $\Delta x = \frac{b-a}{2n}$,

$x_k = a + \frac{k(b-a)}{2n}$ ($k = 0, 1, 2, \dots, 2n$) 이라고 하면

$$\begin{aligned} \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^{2n} d_k &= \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^{2n} (x_{2k} - x_{2k-1}) \sqrt{1 + \{f'(x_{2k-1})\}^2} \\ &= \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^{2n} \sqrt{1 + \{f'(x_{2k-1})\}^2} \cdot \Delta x \\ &= \int_a^b \sqrt{1 + \{f'(x)\}^2} dx \end{aligned}$$

평가

[1-1]

결론 부분에서 $\frac{f(x_k) - f(x_{k-1})}{x_k - x_{k-1}}$ 과 $f'(x)$ 사이의 관계를 설명하지 않아서 아쉬운 답이 되었다. 그러나 기본적인 접근 방법은 옳게 알고 있다.

[1-2]

[1-1]과 달리 [1-2]의 문제는 지문에서 $f'(x)$ 를 포함하는 관계식(접선의 식)을 얻을 수 있다. 따라서 [1-1]에서 정확한 이유없이 $f'(x)$ 를 사용하여 감점을 당한 학생이라도, [1-2]에서는 문제의 의도대로 논리를 전개하면, 위와 같이 정확한 정적분으로 표현된 곡선의 길이를 정확히 구할 수 있다.

[1-3]

"사이값"이란 말은 정확한 표현이 아니다. 위쪽의 선분의 길이의 합의 극한([1-1])과 아래쪽 접선의 길이의 합의 극한([1-2])이 같아지는 것이다. 다음 답안, 즉, [1-2]에서 구한 길이의 절반만을 취하여 정적분의 정의를 사용하면 같은 결과를 얻는다는 것은 좋은 답안 중의 하나이다.

▶ [1-3]의 답안 사례

[1-3]의 정답은 여러 가지가 있다. 학생들의 논리적이고 창의적인 사고력 측정을 위하여 다양한 답안이 정답이 될 수 있도록 출제된 문제이다. 다음은 몇 가지 다양한 답안의 예이다.

• 답안 사례 1

[1-2]의 결과와 [1-1]의 결과가 같다. $[a, b]$ 를 $3n$ 등분한 뒤 $(x_{3k-2}, f(x_{3k-2}))$ 와 $(x_{3k-1}, f(x_{3k-1}))$ 을 지나는 직선을 그어 그 직선이 $x = x_{3k}$ 와 만나는 점을 A_k ,

$x = x_{3k+3}$ 과 만나는 점을 A_{k+1} 이라 하고 $\lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=0}^{n-1} A_k A_{k+1}$ 을 구한다.

$$x_k = \frac{(3n-k)a + kb}{3n}$$

평가

[1-2]의 지문에서 구간 $[a, b]$ 를 $2n$ 등분한 것을 $3n$ 등분한 것으로 생각해본 답안이다. 그러나 [1-2]에서 사용한 접선위의 두 점을 선택한 것이 아니기 때문에 선택한 점들 사이의 거리에서 $f'(x)$ 를 도출하려면 역시 [1-1]에서 사용한 평균값 정리를 사용하여야 한다. 이러한 논점이 빠져 있기는 하지만, 주어진 구간을 $3n$ 등분한 것으로 생각해본 아이디어는 좋은 생각이다.

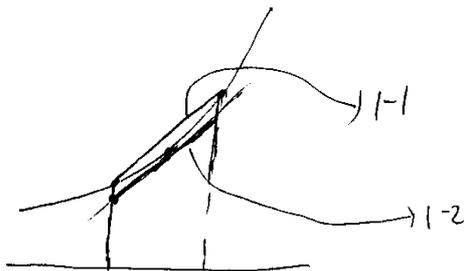
• 답안 사례 2

[1-1]과 [1-2]의 결과를 비교해보면 [1-1]은 곡선 $f(x)$ 의 도함수를 이용해 값이 표현되었고 [1-2]는 접선의 방정식을 이용해 표현되었다. 그러나 결과는 같다.

이것은 극한의 개념을 도입했기에 가능한 것이다.

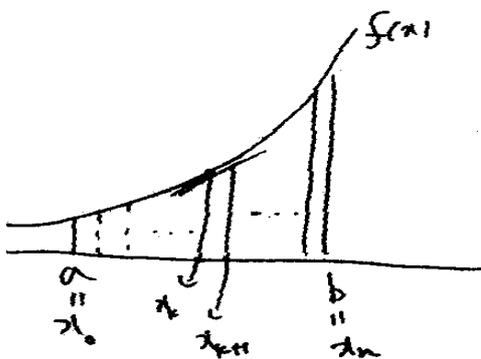
두 결과를 얻는 과정에서 큰 차이점은 [1-1]은 곡선 위의 두 점을 연결한 길이를 무한히 더한 것이고 [1-2]는 두 직선에 의해 잘라진 접선의 길이를 무한히 더한 것인데,

그림으로 살펴보면 무한히 나누었을 때



[1-1]은 이 길이를 무한히 더한 것이고

[1-2]는 이 길이를 무한히 더한 것인데, 결과값은 같다. 같은 이유는 극한의 개념이 도입되었기에 가능한 것이다.



다른 방법을 생각해보면

$(x_k, f(x_k))$ 에서의 접선식을 $g_k(x)$ 라 할 때 $(x_k, g_k(x_k))$ 와 $(x_{k+1}, g_k(x_{k+1}))$ 사이의 거리를 무한히 더해도 같은 결과가 나올 것이다.

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^n \sqrt{(x_{k+1} - x_k)^2 + (g_k(x_{k+1}) - g_k(x_k))^2}$$

계산해도 같은 결과를 얻을 수 있다.

평가

[1-2]의 지문에서 구간 $[a, b]$ 를 $2n$ 등분한 것을 잘 이해하고 있고, 이를 쉽게 n 등분한 것으로 생각하여도 같은 결과를 유도할 수 있다는 사실을 간단하게 설명하고 있다. 역시 좋은 답이다.

• 답안 사례 3

[1-1][1-2]에서 유도된 방법은 다르지만, 그 계산값은 같게 된다.

좀 더 일반적으로 $[a, b]$ 를 $2mn$ 등분을 한 뒤 점 $(x_{2mk-1}, f(x_{2mk-1}))$ 에서 접선의 식을

$g_k(x)$, 접선 위의 점 $(x_{2mk-m-1}, g_k(x_{2mk-m-1}))$ 와 $(x_{2mk+m-1}, g_k(x_{2mk+m-1}))$ 사이의 거리를 l_k 라 하면,

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^{n-1} l_k = \int_a^b \sqrt{1+f'(x)^2} dx \text{가 됨을 쉽게 알 수 있다.}$$

실제로 l_k 를 구할 때에는, 등분을 할 필요도 없다.(리만적분의 결과에 따르면, 각 구간의 길이가 0에 수렴한다면 이와 같은 방법으로 연속함수에 대해서 정적분이 가능하다.)

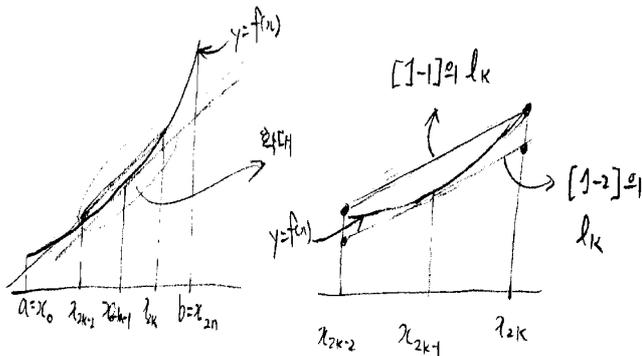
평가

[1-2]의 지문에서 구간 $[a, b]$ 를 $2n$ 등분한 것을 잘 이해하고 있고, 이를 더욱 일반화하여 $2mn$ 등분하는 경우를 생각해내었다. 비록 선택한 두 점이 [1-2]에서 말하고 있는 경우의 정확한 일반화는 아니지만 가장 훌륭한 답안 중의 하나이다.

• 답안 사례 4

[1-1]에서 구한 l_k 를 [1-2]에서와 같이 $[a, b]$ 를 $2n$ 등분하여 생각해보면,

$$\sqrt{(x_{2k} - x_{2k-2})^2 + \{f(x_{2k}) - f(x_{2k-2})\}^2} \text{와 같은 값이다.}$$



구하고자 하는 길이 l 의 $\frac{1}{n}$ 은 [1-1]의 l_k 와 [1-2]의 l_k 의 차이인데, [1-1]의 l_k 와 [1-2]의 l_k 에 극한값을 취할 경우 값이 같아지므로, 구하고자 하는 길이 l 은 [1-1]의 l_k 나 [1-2]의 l_k 의 극한값임을 알 수 있다.

따라서 [1-1]의 결과와 [1-2]의 결과는 같다.

[1-1]과 같은 결론을 유도하는 다른 방법으로는 [그림2]에서 $(x_{2k-1}, f(x_{2k-1}))$ 와 $(x_{2k}, g_k(x_{2k}))$ 의 거리 d_k 를 이용하면 된다.

$$d_k = \sqrt{(x_{2k} - x_{2k-1})^2 + \{f'(x_{2k-1})(x_{2k} - x_{2k-1})\}^2}$$

$$[a, b] \text{를 } 2n \text{등분하였으므로 } a = x_0 < x_1 < x_2 < \dots < x_{2n} = b, \Delta x = \frac{b-a}{2n},$$

$x_k = a + \frac{k(b-a)}{2n}$ ($k = 0, 1, 2, \dots, 2n$) 이라고 하면

$$\begin{aligned} \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^{2n} d_k &= \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^{2n} (x_{2k} - x_{2k-1}) \sqrt{1 + \{f'(x_{2k-1})\}^2} \\ &= \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^{2n} \sqrt{1 + \{f'(x_{2k-1})\}^2} \cdot \Delta x \\ &= \int_a^b \sqrt{1 + \{f'(x)\}^2} dx \end{aligned}$$

평가

문제의 의미를 잘 파악하고 있다. [1-2]의 지문에서 구간 $[a, b]$ 를 $2n$ 등분하여 논리를 전개한 것을 이해하고 있고, 또한 [1-2]에서 정의한 접선의 길이 중에서 $\frac{1}{2}$ 만을 이용하여도 같은 결과를 얻는다는 사실을 잘 설명하고 있다. 좋은 답안이다.

나. 자연 II-1번 답안 사례

▶ 답안 사례 1

[1-1] 답

$a_{n+1} = a_n + \beta a_n (k - a_n)$ 에서 a_n 이 수렴한다고 했으므로 $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n = \lim_{n \rightarrow \infty} a_{n+1} = X$ 라고 할 수 있다.

$$\lim_{n \rightarrow \infty} a_{n+1} = \lim_{n \rightarrow \infty} a_n + \lim_{n \rightarrow \infty} \beta a_n (k - a_n), \quad X = X + \beta X (k - X), \quad X = X + \beta k X - \beta X^2, \\ \beta X (X - k) = 0$$

박테리아 양 a_n 은 0이 될 수는 없으므로 $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n = k$ 가 된다.

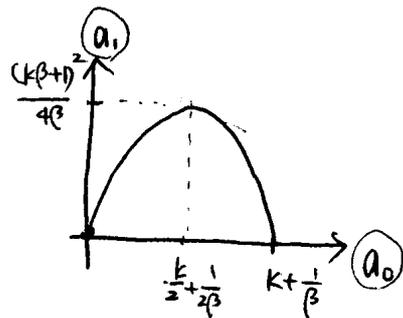
[1-2] 답

㉠의 식에 $n = 1$ 을 대입하면

$$a_1 = -a_0 (\beta a_0 - (k\beta + 1))$$

이때, $k < a_0 < 2k$ 일 때 a_1 의 범위를 구해보자.

a_0 이 k 이면



$$a_1 = k \text{-----} \text{㉑}$$

a_0 이 $2k$ 이면

$$a_1 = -2k(k\beta - 1) \text{-----} \text{㉒}$$

최대값은 $\left(\begin{matrix} a_0 = \frac{k}{2} + \frac{1}{2\beta} \\ = \frac{k\beta + 1}{2\beta} \end{matrix} \right)$ 일 때

$$a_1 = \frac{(k\beta + 1)^2}{4\beta} \text{-----} \text{㉓}$$

㉒에서 $0 < \beta < \frac{1}{2k}$ 이므로 이때 $k < a_1 < 2k$

$\therefore \text{㉑} < \text{㉒}$

또한 ㉓에서 $a_1 = a_0 \times \frac{k\beta + 1}{2}$ 인데 $\frac{1}{2} < \frac{k\beta + 1}{2} < \frac{3}{4}$ 이므로 $a_1 < a_0$ 이다.

\therefore 초기 개체수가 $k < a_0 < 2k$ 이면 a_1 은 부등식 $k < a_1 < a_0$ 를 만족한다.

이번엔 $0 < a_0 < k$ 일 때 a_1 의 범위를 구해보자.

a_0 가 0이면 $a_1 = 0$, $0 < a_1 < k \rightarrow a_0 < a_1 < k$

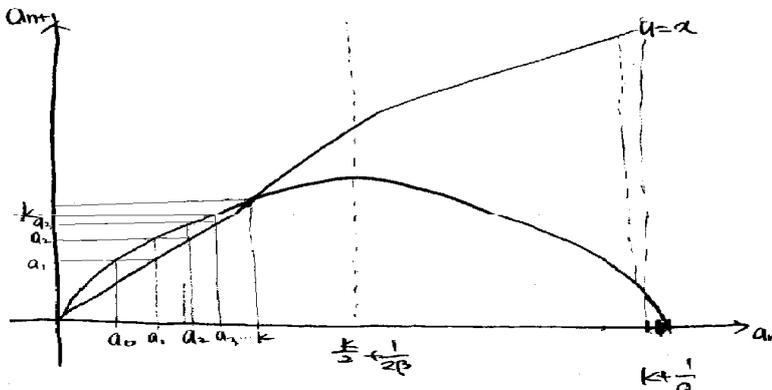
a_0 가 k 이면 $a_1 = k$

$\therefore 0 < a_0 < k$ 일 때 $a_0 < a_1 < k$ 를 만족한다.

[1-3] 답

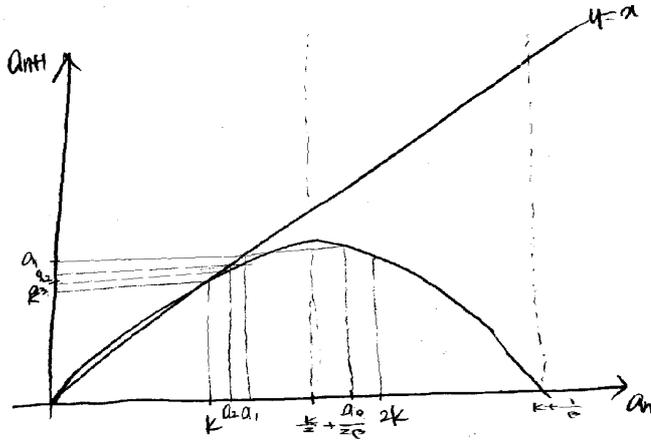
$0 < \beta < \frac{1}{2k}$ 이므로 위에서도 말했듯이 a_n 과 a_{n+1} 관계는 2차함수 그래프 꼭지점에서서 $f(a_n) > f(a_{n+1})$ 이다.

i) $0 < a_0 < k$ 일 때 극한값을 알아보면



$\therefore \lim_{n \rightarrow \infty} a_n$ 은 k 까지 증가한다. ($0 < a_0 < k$ 일 때)

ii) $k < a_0 < 2k$ 일 때 극한값을 알아보면



$\therefore \lim_{n \rightarrow \infty} a_n$ 은 k 까지 감소한다. ($k < a_0 < 2k$ 일 때)

평가

제시문의 원리를 정확히 이해하였고, 유연한 수리 분석을 통해 제시문의 상황을 단순화하였다. 수리 과학적 상황을 그래프로 변환하여 결론을 유추해내는 능력이 우수하다. 논리적인 표현 능력은 개선해야 한다.

▶ 답안 사례 2

[1-1] 답

α_n 이 수렴한다면,

$\lim_{n \rightarrow \infty} \alpha_{n+1} = \lim_{n \rightarrow \infty} \alpha_n = \alpha$ 로 표현할 수 있다.

$$\alpha_{n+1} = \alpha_n + \beta \alpha_n (k - \alpha_n) \text{-----} \textcircled{1}$$

$n \rightarrow \infty$ 로 보내면,

$\alpha = \alpha + \beta \alpha (k - \alpha)$ 가 되서

$\alpha \beta (-\alpha + k) = 0$ 이 되므로

$\therefore \alpha = 0$ or k

그런데 $\alpha_0 > 0$, $\beta > 0$, $k > 0$ 이므로

1) $0 < \alpha_n < k$ 이면,

$\textcircled{1}$ 에서 $\beta \alpha_n (k - \alpha_n)$ 이 양수가 되어

α_{n+1} 은 α_n 보다 증가하게 됨을 알 수 있다.

2) $\alpha_n > k$ 이면

㉠에서 $\beta\alpha_n(k - \alpha_n)$ 이 음수가 되어

α_{n+1} 은 α_n 보다 감소함을 알 수 있다.

1), 2)로 보아 α 는 0에 수렴이 불가능하고($\because 1$)에서 증가하니까 “ k ”에 수렴함을 알 수 있다.

[1-2] 답

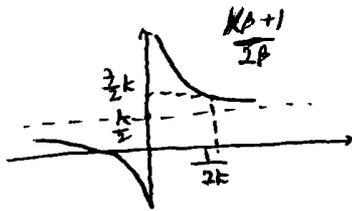
$$\begin{aligned} \alpha_{n+1} &= \alpha_n + \beta\alpha_n(k - \alpha_n) \\ &= \alpha_n + \beta k\alpha_n - \beta\alpha_n^2 \end{aligned}$$

Let $\alpha_{n+1} = y, \alpha_n = x,$

$y = -\beta x^2 + \beta kx + x$ ----- 이차함수($\beta > 0, k > 0, x > 0$)

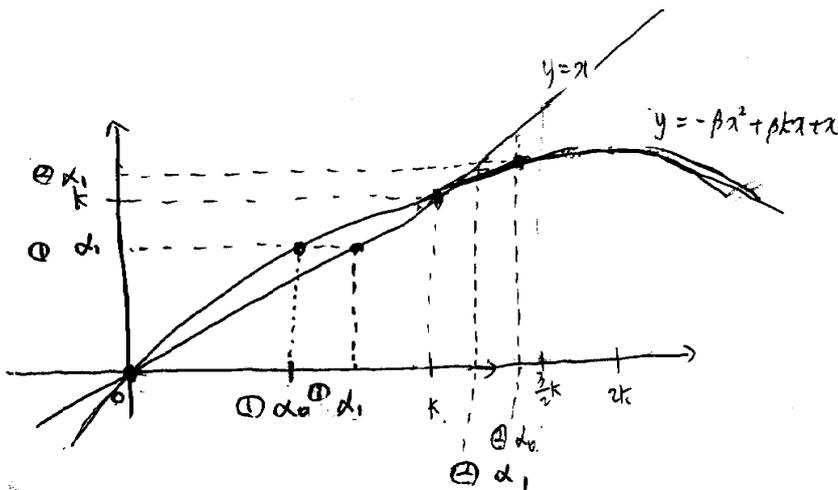
이 이차함수는 $x = \frac{\beta k + 1}{2\beta}$ 을 축으로 한다.

그런데 $0 < \beta < \frac{1}{2k}$ 이므로



축은 $x = \frac{3}{2}k$ 오른쪽에 있음을 알 수 있다.

위의 정보를 통해 이차함수를 작성하면



㉠과 ㉡를 통해

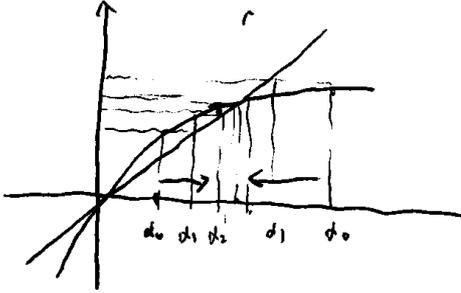
㉡ $k < a_0 < 2k$ 이면 $k < a_1 < a_0$ 임을 확인

① $0 < a_0 < k$ 이면 $a_0 < a_1 < k$ 임을 확인할 수 있다.

[1-3] 답

수열 a_n 에서 n 을 실수로 확장하여 생각했을 때 위의 이차함수를 작성할 수 있었다.

($0 < \beta < \frac{1}{2k}$, $k > 0$ 인 조건하)



y 는 x 의 다음 항이 되므로,

위 그림에서 $a_0 \rightarrow a_1 \rightarrow a_2 \rightarrow a_3$ 와 같은 과정을 반복하면

$y = x$ 와 이차함수의 교점인 (k, k) 로 계속 접근해감을 확인할 수 있다.

즉, $k < a_0 < 2k$ 이면 a_n 이 k 가 될 때까지 감소하고,

$0 < a_0 < k$ 이면 a_n 이 k 가 될 때까지 증가한다.

평가

직관에 의한 통합적인 추론 능력과 수리 과학적 상황을 그래프로 변환하여 결과를 예측하는 능력이 우수하다. 다만, 결과의 타당성을 논리적으로 설명하는 능력을 보완하였으면 한다.

▶ 답안 사례 3

[1-1] 답

$a_{n+1} = a_n + \beta a(k - a_n)$ 에서, a_{n+1} 과 a_n 의 관계는 $y = f(x)$ 의 함수에서 y 와 x 의 관계와 같은 함수관계이다.

따라서 $a_{n+1} = y$, $a_n = x$ 로 두면,

$y = x + \beta x(k - x)$ 의 함수를 얻게 되고 이를 $g(x)$ 라 하자.

$y = x + \beta x(k - x) = (1 + \beta k)x - \beta x^2$ 이고,

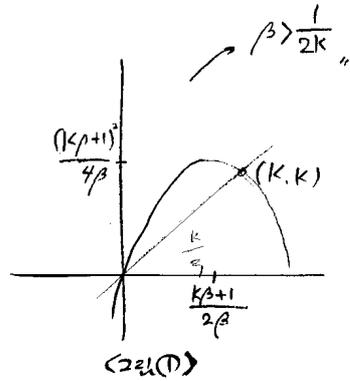
여러번의 시행은 $g(x)$ 의 거듭함성으로 나타낼 수 있다.

$$y = -\beta x^2 + (1 + \beta k)x$$

$$= -\beta \left(x^2 - \left(\frac{1}{\beta} + k\right)x\right)$$

$$= -\beta \left(x - \frac{k\beta + 1}{2\beta}\right)^2 + \frac{(k\beta + 1)^2}{4\beta}$$

이때 개형은 <그림①>과 같다



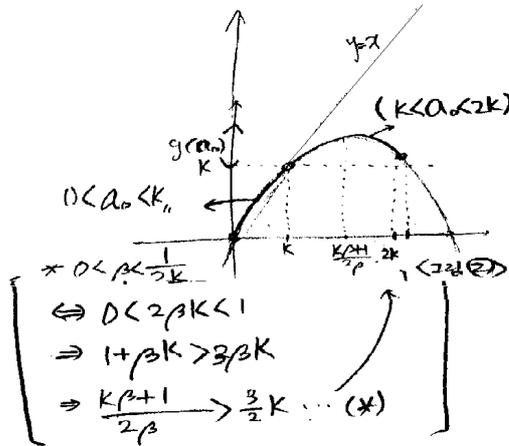
$y = g(x) \ni (k, k)$ 이므로, 수렴한다면 함수를 합성함에 따라 점차 (k, k) 에 근접하여 수렴하게 될 것이다.

[1-2] 답

i) $k < a_1 < a_0$ 을 [1-1]의 $y = g(x)$ 로 해석하면, $k < g(a_0) < a_0$ 이다.

$0 < \beta < \frac{1}{2k}$ 이면,

$\frac{k\beta + 1}{2\beta} > \frac{3}{2}k$ 이므로



(By. *)

그러면 $y = g(x)$ 는 <그림②>처럼 수정된다.

그러면, $k < a_0 < 2k$ 에서 $g(a_0) > k$ 가 성립한다. --- ①

$k < a_0 \iff k - a_0 < 0$

$\therefore a_1 = a_0 + \beta a_0(k - a_0) < a_0 (\because \beta > 0)$ --- ②

By ①②, $k < a_1 < a_0$

ii) <그림②>에서 $y = g(x)$ 는 위로 볼록한 함수(이차함수 최고차항계수 $< 0 \iff$ 이계도함수 값 $< 0 \iff$ 위로 볼록)이므로, $a_1 = g(a_0) > a_0$ --- ③

마찬가지로 그래프에서 $g(a_0) < k$ --- ④

\therefore By ③④, $a_0 < a_1 < k$ 성립

[1-3] 답

[1-2]의 결과와 <그림②>에 의해

i) $k < a_0 < 2k$ 에서 $k < \forall a_n < 2k$, $k < a_{n+1} < a_n$ 이 성립한다.

$\Rightarrow \forall n \in N$, $a_{n+1} < a_n$ 이고, $a_n > k$ 이므로

감소수열이며 하계를 가진다. --- $2k > a_0 > a_1 > \dots > a_n > k$

$\therefore a_n$ 은 수렴하고, $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n = k$ 이다. --- ①

ii) $0 < a_0 < k$ 일 때도 마찬가지로

$0 < \forall a_n < k \Rightarrow a_n < a_{n+1} < k$ 가 성립한다. $\Rightarrow \forall n \in N$, $a_{n+1} > a_n$ 이고,

$a_n < k$ 이므로, 증가수열이며 상계를 가진다

$\therefore 0 < a_0 < a_1 < \dots < a_n < k$

$\therefore \lim_{n \rightarrow \infty} a_n = k$ 이다. --- ②

By ①, ②, $0 < \beta < \frac{1}{2k}$ 일 때 a_n 은 k 로 수렴한다.

평가

제시문의 원리를 정확히 이해하였고, 수준 높은 수리분석을 수행하여 결론을 유도하였다. 다만, [1-3]의 답안에서 상계, 하계의 개념을 사용하였는데, 이는 대학수준의 개념으로 고등학교학생에게는 적절하지 않다.

▶ 답안 사례 4

[1-1] 답

$$a_{n+1} = a_n + \beta a_n (k - a_n)$$

$$\Rightarrow a_{n+1} - a_n = \beta a_n (k - a_n)$$

여기서 $\lim_{n \rightarrow \infty} a_{n+1} = \lim_{n \rightarrow \infty} a_n$ 이고 둘 다 수렴하므로

$$\lim_{n \rightarrow \infty} (a_{n+1} - a_n) = \lim_{n \rightarrow \infty} a_{n+1} - \lim_{n \rightarrow \infty} a_n = 0$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \beta a_n (k - a_n) = \lim_{n \rightarrow \infty} a_{n+1} - a_n = 0$$

$\lim_{n \rightarrow \infty} a_n = \alpha$ 라 하면

$$\beta \alpha (k - \alpha) = 0$$

$$\alpha (k - \alpha) = 0$$

$$\therefore \alpha = 0, k$$

$$\therefore \lim_{n \rightarrow \infty} a_n = 0, k$$

[1-2] 답

$$a_1 = a_0 + \beta a_0(k - a_0) \text{ 이다.}$$

$$a_1 - a_0 = \beta a_0(k - a_0)$$

$k < a_0 < 2k$ 일 때 $0 < k < a_0$ 이므로

$$a_0 > 0, k - a_0 < 0$$

따라서 $\beta a_0(k - a_0) < 0$ 이다.

$$\therefore a_1 < a_0$$

$$\begin{aligned} \text{또한 } a_1 - k &= a_0 + \beta a_0(k - a_0) - k \\ &= -(k - a_0) + \beta a_0(k - a_0) \\ &= (\beta a_0 - 1)(k - a_0) \end{aligned}$$

여기에서 $0 < \beta < \frac{1}{2k}$ 이므로

$$\frac{1}{\beta} > 2k > a_0 \text{ 이다.}$$

$$a_0 < \frac{1}{\beta}$$

$$\beta a_0 < 1$$

$$\beta a_0 - 1 < 0$$

또한 $k - a_0 < 0$ 이므로

$$(\beta a_0 - 1)(k - a_0) > 0 \text{ 이다.}$$

따라서 $a_1 - k > 0$ 이므로

$$\therefore k < a_1 < a_0$$

마찬가지로 $a_1 - a_0 = \beta a_0(k - a_0)$ 에서

$0 < a_0 < k$ 일 때

$$a_0 > 0, k - a_0 > 0 \text{ 이므로}$$

$$\beta a_0(k - a_0) > 0 \text{ 이다.}$$

$$\therefore a_1 > a_0$$

또한 $a_1 - k = (\beta a_0 - 1)(k - a_0)$ 에서

$$\frac{1}{\beta} > 2k > a_0 \text{ 이다.}$$

그래서 $\beta a_0 - 1 < 0$ 이고

$k - a_0 > 0$ 이므로

$$a_1 - k = (\beta a_0 - 1)(k - a_0) < 0$$

$$\therefore a_0 < a_1 < k$$

[1-3] 답

$k < a_0 < 2k$ 일 때

[1-2]에서 $k < a_1 < a_0 < 2k$ 이므로

$k < a_1 < 2k$ 이다.

그러므로 $k < a_1 < 2k$ 일 때

a_2 는 부등식 $k < a_2 < a_1$ 을 만족할 것이다.

a_3 도 역시 위와 같은 이유로 $k < a_3 < a_2$ 를 만족할 것이다.

그러므로 $a_0 > a_1 > a_2 > \dots > a_{n-1} > a_n > k$ 이다.

그런데 $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n = 0$, k 에서

$a_n > k > 0$ 이기 때문에 $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n$ 은 0 이 될 수 없다.

그러므로 $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n = k$

$\therefore k < a_0 < 2k$ 이면 개체수가 k 가 될 때까지 감소한다.

또한 $0 < a_0 < k$ 일 때

$k > a_1 > a_0$ 이므로

$0 < a_1 < k$ 를 만족한다.

$0 < a_1 < k$ 일 때

a_2 도 부등식 $k > a_2 > a_1$ 을 만족한다.

그러므로 $a_0 < a_1 < a_2 < \dots < a_{n-1} < a_n < k$ 이다.

$\lim_{n \rightarrow \infty} a_n = 0$, k 에서

$a_n > a_0 > 0$ 이므로 $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n \neq 0$ 이다.

$\therefore \lim_{n \rightarrow \infty} a_n = k$

$\therefore 0 < a_0 < k$ 이면 개체수가 k 가 될 때까지 증가

평가

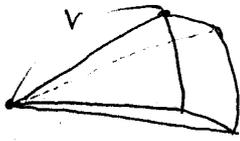
제시문의 원리와 개념을 정확히 분석한 후, 다루기 쉬운 다항식(중학교수준)의 형태로 변환하여 결론을 유도하였다. 개념 및 원리에 관한 인지능력이 우수하고, 논리적인 표현능력도 갖추었다.

다. 문제 2번 답안 사례

▶ 답안 사례 1

[2-1] 답

어떤 한 순간에 태양 표면을 떠난 복사 에너지가 있다고 가정하자. 이후로부터는 떠난 E 량은 일정하다. 그러나 에너지가 태양으로부터 고르게 퍼져나간다면, 일정량의 에너지가 점점 퍼지는 것이므로 단위면적당 도달하는 E 량은 감소한다.



단위면적당 도달하는 에너지량은, 반지름이 r 인 구에서 생각해보면 다음과 같다.

단위면적당 E 량 = $(\frac{E}{4\pi r^2})$ (E 는 태양으로부터 나온 에너지량)

그러므로 r^2 에 반비례한다.

[2-2] 답

먼지에 미치는 힘은 F_G 와 F_R 두 가지인데 이 두 힘은 반대방향으로 상호작용하므로, 먼지에 미치는 힘의 합이 0이 되려면 $F_G = F_R$ 이 성립해야 한다.

$G\frac{Msm}{r^2} = \frac{PsA}{4\pi cr^2}$ 가 성립해야 하는데, 이 때 먼지의 질량 m 은 다음과 같이 표현 가능하다.

(질량=부피×밀도)이므로, $m = r \times \frac{4}{3}\pi a^3$ (먼지의 평균반지름을 a 라 하면) 이를 이용하여 위의 식을 정리할 수 있다.

$$\frac{Ps \cdot \pi a^2}{4\pi cr^2} = G \frac{Ms \cdot \frac{4}{3}\pi a^3 r}{r^2} \quad (r \text{은 밀도}) \text{-----} \textcircled{1}$$

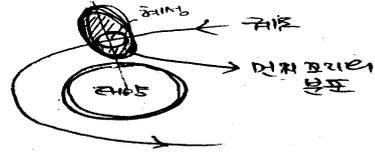
$$\therefore a = \frac{3Ps}{16\pi c \cdot G \cdot Ms \cdot r} \quad (r \text{은 밀도})$$

그러므로, $a_0 = \frac{3Ps}{16\pi c \cdot G \cdot Ms \cdot r}$ 일 때 먼지에 미치는 힘의 합력은 0이 된다.

이 때 위 식 ①에서 알 수 있듯이, F_G 는 a^3 에 비례하고, F_R 은 a^2 에 비례한다. 그러므로 a 가 a_0 보다 커지면 상대적으로 인력을 많이 받아 태양쪽으로 쏠리며, 반대로 a 가 a_0 보다 작아지면 상대적으로 태양 반대쪽으로 힘을 받아 밀려난다.

[2-3] 답

태양의 반대방향으로만 밀려나는 이온꼬리와는 달리, 먼지 꼬리는 태양 쪽과, 그 반대쪽 모두를 향하여 오른쪽 그림과 같이 분포할 것이다.



이는 먼지의 반지름 차이에 의해 생기게 되는 현상인데, [2-2]에서 밝힌 것과 같이, 태양에 가까운 쪽의 먼지들은 a_0 보다 큰 반지름을 가지고 태양으로부터 멀리 떨어진 먼지들은 a_0 보다 작은 반지름을 가진다. 즉 태양에 가까운 쪽에 분포하는 먼지일수록 더 큰 반지름을 가진다.

평가

[2-1] 풀이에서 에너지 보존을 잘 이해하고 있으며, 이를 통하여 단위면적 당 복사 에너지가 태양으로부터의 거리의 제곱에 반비례함을 수식으로도 잘 표현하였다.

[2-2] 힘의 평형을 잘 이해하였고 이를 통하여 평형일 경우의 먼지의 반지름의 크기 a_0 를 정확히 구하였다. 두 힘이 반경에 대해 $F_R \propto a^2$ 이며, $F_G \propto a^3$ 이 된다는 사실을 이용하여, 반경이 a_0 에 비하여 큰 경우와 작은 경우 먼지에 미치는 두 힘의 크기를 잘 비교하였다.

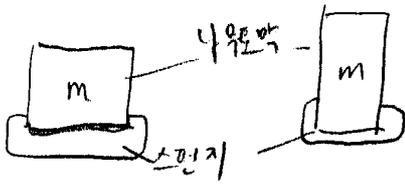
[2-3] 위의 두 가지 힘의 비교로부터 먼지의 반지름이 태양에서 멀어질수록 작아진다는 점은 잘 지적하였다. 그러나 먼지에 미치는 복사압이 없을 때에도 먼지는 만유인력에 의하여 혜성과 같이 태양주위를 공전 한다는 사실을 파악하고 있지 않다고 판단된다. 즉, 복사압이 주는 힘은 공전 궤도로부터 먼지를 멀어지게 하는 추가적인 힘이다.

▶ 답안 사례 2

[2-1] 답

먼지가 받는 힘 F_R 은 거리의 제곱에 반비례한다. 이는 스펀지 위에 나무토막을 올려놓았을 때 같은 나무토막이더라도 힘을 주는 면적에 따라 스펀지에 박히는 깊이에 빛날 수 있다. 아래 그림과 같이 나무토막이 스펀지에 힘을 주는 면적이 클수록 들어간 깊이는 작다. 즉, 스펀지의 단위면적당 받는 힘은 왼쪽의 경우가 더 작

다. 이것을 먼지와 F_R 에 적용시키면 태양으로부터 거리가 r 인 먼지는 그 때의 반지



름 r 인 구의 겉넓이(이 때 구는 거리 r 에 있는 모든 물체에 작용하는 힘이다) $4\pi r^2$ 의 일부의 힘을 받는다. 힘은 아까 스펀지에서 보듯 면적에 반비례하므로 F_R 은 거리의 제곱에 반비례한다.

[2-2] 답

먼지에 작용하는 힘의 합이 0일 때는 $F_R = F_G$ 일 때이다. 여기서 $\frac{PsA}{4\pi cr^2} = G\frac{Msm}{r^2}$

을 정리하면 $A = \pi a^2$ 이므로, $Ps a_0^2 = 4cGMsm$ 이다. 그런데 먼지의 질량 m 은 먼지의

부피와 밀도의 곱이므로 $m = \frac{4}{3}\pi a_0^3 \times r$, 따라서 $Ps a_0^2 = 4cGMs \times \frac{4}{3}\pi a_0^3 \times r$,

정리하면 $a_0 = \frac{3}{16} \cdot \frac{Ps}{r\pi cGms}$ 이다.

이 때

(i) $a > a_0$ 인 경우, $F_R < F_G$ 이다. 먼지입자는 만유인력의 힘으로 태양쪽으로 운동하

게 된다. 그러는 동안 태양과의 거리는 점점 짧아지므로, 가속도가 증가하는($\frac{1}{r^2}$ 에 비례하여) 운동을 한다.

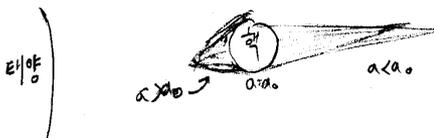
(ii) $a < a_0$ 인 경우, $F_R > F_G$ 이다. 먼지입자는 태양으로부터 멀어지는 방향으로 운

동을 하게 된다. 그러나, $a > a_0$ 일 때와는 반대로, 운동하기 시작한 지점의 가속도가 가장 크고, 운동할수록 가속도가 0에 가까워진다. 따라서 먼지 입자는 가속도의 크기가 작아지는 운동을 하다가, 외력이 미치지 않을 경우 충분히 먼 거리에서 등속 직선 운동을 하게 된다.

[2-3] 답

결론적으로, 먼지 그림은 아래와 같이 형성된다. 여기서 태양 반대쪽이 더 길고

가나다란 것은 $F = ma$ 에 의하여 태양 반대쪽으로



날아가는 먼지들의 가속도가 평균적으로 더 크기

때문이다. 그리고, 태양으로 향하는 먼지의 반지

름의 분포는 a_0 보다 크고, 태양반대쪽으로 향하는

먼지의 반지름 분포는 a_0 보다 작다.

평가

[2-1] 힘과 압력 사이의 관계를 나무토막과 스펀지를 이용한 비유를 통해 잘 이해하고 있으나, 복사에너지와 복사압의 관계를 에너지 보존원리를 통하여 연결하지 않은 점이 조금 아쉬웠다.

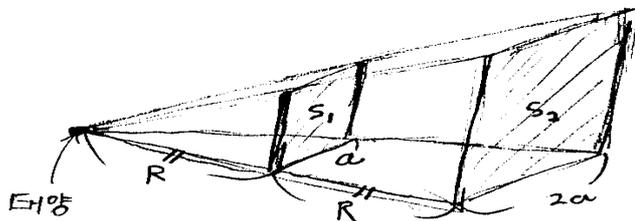
[2-2] 힘의 평형을 잘 이해하였고 이를 통하여 평형일 경우의 먼지의 반지름의 크기 a_0 를 정확히 구하였다. 반지름이 a_0 에 비하여 큰 경우와 작은 경우 먼지에 미치는 두 힘의 크기를 정성적으로 잘 비교하였고, 정해진 크기의 먼지입자가 받게 될 두 힘의 차이를 먼지의 운동 가속도로 잘 이해하였다. 그러나 먼지가 혜성과 같이 움직이고 있었기 때문에, 존재하는 관성에 대한 이해가 없는 것으로 판단된다.

[2-3] 먼지의 반지름이 태양에서 멀어질수록 작아진다는 점은 잘 지적하였다. 그러나 먼지에 미치는 복사압이 없을 때에도 먼지는 만유인력에 의하여 혜성과 같이 태양주위를 공전 한다는 사실을 파악하고 있지는 않다고 판단된다. 즉, 복사압이 주는 힘은 공전 궤도로부터 먼지를 멀어지게 하는 추가적인 힘이다.

▶ 답안 사례 3

[2-1] 답

문제에서 먼지들은 구형이라고 가정하였다. 먼지와 태양과의 거리와 먼지의 반지름을 비교해 보았을 때 먼지의 반지름은 무시할 수 있을 만큼 작다. 따라서 태양이 먼지에 미치는 힘은 먼지의 가장 큰 단면적만 고려하면 된다.



위의 그림과 같이 우주공간에서 태양의 복사압에 의해 밀치는 힘은 단면적 S_1 모두에 미치는 힘의 크기와, 단면적 S_2 모두에 미치는 힘의 크기가 같으므로, 태양으로부터 거리의 제곱에 반비례한다. 왜냐하면 도형의 닮음의 성질을 이용하면

$S_1 = a^2$, $S_2 = 4a^2$ 으로 S_2 가 S_1 의 4배이다. 여기서 S_2 는 태양으로부터 $2R$ 만큼 떨어져 있고 S_1 은 태양으로부터 R 만큼 떨어져 있으므로 $F_R \propto \frac{1}{r^2}$ (r 은 거리)임을 알 수 있다.

[2-2] 답

$$r = \frac{m}{\frac{4}{3}\pi a^3} \text{ (} r \text{은 밀도)}, m = \frac{4}{3}\pi a^3 r$$

$F_R = F_G$ 이므로

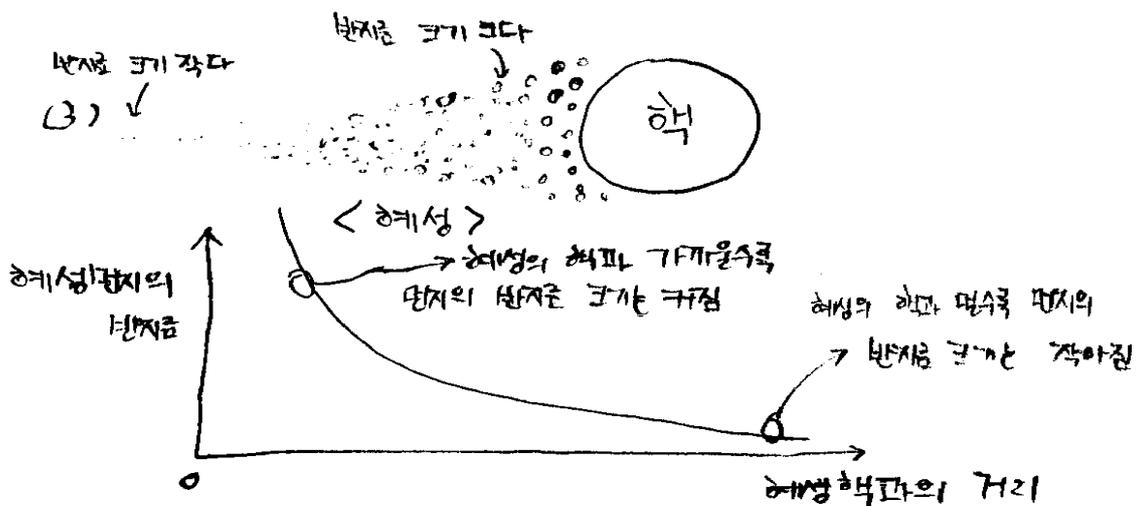
$$\frac{Ps\pi a^2}{4\pi cr^2} = \frac{GM_s \cdot \frac{4}{3}\pi a^3 r}{r^2}$$

$$\therefore a_0 = \frac{3Ps}{16\pi cr GM_s}$$

먼지가 받는 알짜힘은 $F = F_G - F_R$ 이다. (태양을 향하는 방향을 (+)로 생각)

- i) 먼지의 반지름이 a_0 보다 크면 $F_G > F_R$ 이므로 알짜힘 $F > 0$ 으로 먼지는 태양을 향하여 등가속도 운동을 한다.
- ii) 먼지의 반지름이 a_0 보다 작으면 $F_G < F_R$ 이므로 알짜힘 $F < 0$ 으로 먼지는 태양과 반대방향쪽으로 등가속도 운동을 한다.(단, 먼지에 작용하는 힘은 F_G 와 F_R 만 생각한다.)

[2-3] 답



반지름이 a_0 보다 큰 먼지는 원래 위치보다 태양을 향해 가고, a_0 보다 작은 먼지는 원래 위치보다 태양 반대쪽을 향해 간다.

평가

[2-1] 풀이에서 에너지 보존을 잘 이해하고 있으며, 이를 통하여 단위면적 당 복사 에너지가 태양으로부터의 거리의 제곱에 반비례함을 수식으로도 잘 표현하였다.

[2-2] 힘의 평형을 잘 이해하였고 이를 통하여 평형일 경우의 먼지의 반지름의 크기 a_0 를 정확히 구하였다. 반지름이 a_0 에 비하여 큰 경우와 작은 경우 먼지에 미치는 두 힘의 크기를 정성적으로 잘 비교하였으나, 정해진 크기의 먼지입자가 받게 될 두 힘의 차이는 $1/r^2$ 에 비례하는 데, 이를 등가속도 운동으로 잘못 이해하였다.

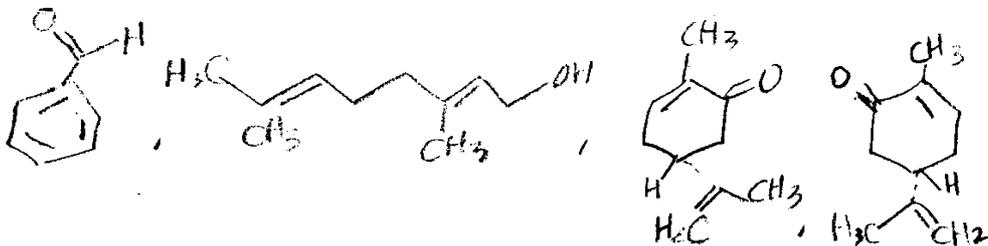
[2-3] 먼지의 반지름이 태양에서 멀어질수록 작아진다는 점은 잘 지적하였다. 그러나 “...태양을 향해 가고...태양 반대쪽을 향해 간다.” 고 기술한 부분에서 먼지에 미치는 복사압이 없을 때에도 먼지는 만유인력에 의하여 혜성과 같이 태양주위를 공전 한다는 사실을 파악하고 있지는 않다고 판단된다. 즉, 복사압이 주는 힘은 공전 궤도로부터 먼지를 멀어지게 하는 추가적인 힘이다.

라. 문제 3번 답안 사례

▶ 답안 사례 1

[3-1] 답

향기유발분자에는



등이 있는데 이들은 대부분 3차원적 구조를 갖고 있다. 또한 주로 벤젠고리가 있으며 산소와 이중결합을 유지하고 있다. 그런데 후각세포의 표면에 향기유발분자를 인식할 수 있는 후각수용체라는 단백질이 있는데 우리가 냄새를 맡을 수 있는 것은 이 후각수용체가 향기유발분자들을 선택적으로 인지할 수 있는 세부구조를 형성하기 때문이다. 만약 향기유발분자들이 내 콧 속으로 들어와 코안 상피조직에 있는

후각섬모를 자극할 때, 후각수용체는 단백질로 이루어져 있기 때문에 그 안에 아미노산이라는 단위체를 가지고 있고 아미노산은 $H_2N-\overset{R_1}{\underset{R_2}{C}}-COOH$ 라는 구조로 되어 있다. 향기유발분자들은 이 아미노산들과 분자간 상호작용을 하는데 장미향을 내는



같은 경우에는 -OH라는 수소결합을 하기 때문에 -COOH 결합으로 수소결합을 이루고 있는 아미노산과 매우 큰 쌍극자와 쌍극자 사이의 힘을 형성하게 된다. 또 그 밖에 향기를 내는 다른 분자들은 주로 에스테르 결합을 하기 때문에 무극성 분자인 경우가 있는데 이 때 아미노산의 알킬기가 탄소수가 많을 경우 아미노산이 무극성에 가까워 무극성분자와는 반데르발스의 힘, 즉 분산력을 형성하고 알킬기의 탄소수가 적은 경우 극성의 성질을 강하게 띠는 아미노산이 무극성 분자와 쌍극자와 유도쌍극자 사이의 힘을 형성한다. 그런데 후각수용체 유전자는 350여개인 반면 우리가 감지할 수 있는 향기는 약 4000가지이다. 이는 향기유발분자가 여러 종류의 후각수용체를 자극할 수 있어서 여러 향기가 섞여 새로운 향기가 생성될 수도 있고 또한 그 자극의 강도는 수용체의 종류에 따라 다르므로 같은 향기라도 그 자극이 약할 때는 향기롭지만 자극의 강도가 매우 셀 때는 역겨운 냄새가 될 수도 있기 때문이다. 따라서 동시에 여러 후각 수용체를 각각 다른 강도로 자극할 경우 매우 다양한 종류의 향기가 감지될 수 있는 것이다.

[3-2] 답

최근 인간의 후각시스템을 이용하여 향기를 탐지하는 전자코가 발명되었다. 우리 인간의 후각시스템은 어떤 자극이 후각상피세포에 있는 후각섬모를 자극했을 때 후각섬모 표면에 있는 후각수용체라는 단백질에서 향기를 인지하고 한 개의 뉴런당한 종류의 후각수용체를 발현하여 그 정보를 각각 뇌의 감각세포로 전달하는데 이 때 전달되는 감각의 수용체가 다를 경우 서로 다른 세포로 전달된다. 이를 이용하여 보다 정확하게 향기를 알아낼 수 있다. 먼저 향기를 인지할 수 있는 단백질로 전자코의 표면을 만든 후에 그 인지한 향기의 정보를 알아낼 수 있는 뇌세포와 같은 역할을 하는 곳으로 전달할 때 손실되는 정보의 양이 최대한 적도록 탄소나노튜브같이 매우 튼튼하고 질긴 소재를 사용한다. 이 때 각각의 수용체에서 자극을 전달할 때에는 인간의 후각시스템과 같이 서로 다른 수용체에서 받아들인 자극은 서로 다른 통로로 이동할 수 있게 통로를 구별시킨다. 그리고 뇌세포와 같은 역할을 하는 것은 컴퓨터 인공지능을 이용하는데 이 때 서로 다른 통로를 통해 들어온 자극은 다른 곳에서 정보를 인식하여 처리한다. 이렇게 하면 향기를 구별하여 선택적으로 탐지할 수 있고 검출감도 또한 높아질 것이다.

평가

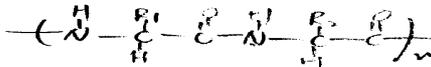
문제 [3-1]의 풀이에서 수용체 단백질이 아미노산으로 이루어져 있고 3차구조를 이루고 있으며, 그 결합자리에 역시 3차구조를 가지는 냄새 유발 물질들이 수소결합, 반데르발스 힘 등에 의해 결합한다는 사실을 잘 설명함. 또한 조합메커니즘의 개념을 도입하여 다양한 냄새를 인식할 수 있음을 비교적 잘 설명함.

반면 문제 [3-2]의 풀이는 상대적으로 약함. 향기를 인지할 수 있는 단백질로 전자코의 표면을 만든다는 아이디어는 실질적으로 문제점이 있음. 그러나 인지한 향기의 정보를 알아낼 수 있는 뇌세포와 같은 역할을 하는 곳으로 전달할 때 손실되는 정보의 양이 최대한 적도록 탄소나노튜브같이 매우 튼튼하고 질긴 소재를 사용한다는 아이디어를 잘 표현하였음.

▶ 답안 사례 2

[3-1] 답

후각수용체는 단백질 분자로 이루어졌다고 했다. 단백질 분자는 다음과 같다.

 단백질 분자는 아미노산의 축합중합에 의해 만들어진다. 또한 구조는 아민기에 의해 수소결합을 하게 되어 나선형 구조를 하게 된다. ④의 첫 번째 향기유발분자는 아몬드향의 포르밀기를 갖고 있고 분자구조 위에 전기음성도가 큰 산소원자가 있어서 극성을 띄게 된다. 따라서 단백질의 유도쌍극자와 아몬드의 쌍극자가 서로 이끌려 분자간의 상호작용이 일어난다. 두 번째 향기유발분자는 장미향이다. 장미향은 (-OH)기를 갖고 있어 수소결합을 한다. 또한 구조상 대칭과 거의 비슷해 무극성에 가까울 것이다. 어쨌든, 장미향은 수소결합을 통해 단백질분자와 상호작용이 일어날 것이다. 마지막으로 장미향과 케러웨이향이 있는데 이들은 분자식이 같으나 광학적으로 다른 광학 이성질체이다. 또한 삼차원구조를 갖고 있다. 단백질은 복잡한 삼차원구조를 갖게 되므로 박하향과 케러웨이향과 상호작용하는 것이다.

한편 인간은 평균적으로 350여개의 후각 수용체 유전자를 갖고 있다고 했다. 이는 한 개의 유전자에서 하나의 향기유발분자를 인식한다는 것이다. 그리고 상피조직에는 100만개의 뉴런이 있다고 했다. 따라서 어느 향기유발분자가 적으면 1종류의, 많으면 350종류의 유전자를 자극하게 된다. 이 때 자극되는 경우의 수는 최소한 2^{350} 개이다. 따라서 인간은 유전자의 수의 10배 이상의 향기를 감지할 수 있는 것이다. 그러나 실제로 2^{350} 개에 달하는 어마어마한 가지수가 아니라 4000가지 이상인 이유는 그만큼 종류의 향기유발분자가 없을 뿐만이 아니라 분자마다의 특성이 각기 다르고 따라서 단백질 분자와 향기유발분자의 상호작용이 다르기 때문이다.

[3-2] 답

제시문에서 인간이 탐지할 수 있는 서로 다른 향기의 수는 4000가지 이상이라고 했고 평균적으로 350여개의 후각 수용체 유전자가 있다고 했다. 이것을 이용하면 된다. 먼저 4000여 가지의 종류에 해당하는 향기에 있어서, 각 향기가 작용하는 유전자의 종류를 파악한다. 각각의 다른 유전자는 뇌에서 다른 부분을 자극한다고 했으니 뇌과측정이나 전기적 신호측정을 이용하면 쉽게 데이터베이스화(化)할 수 있을 것이다. 그 후에는 이 데이터베이스를 이용하면 된다. 예컨대, 어떤 A향이라는 향기가 작용하는 유전자가 1, 3, 5번이라고 하자. 그러면 ‘스마트 전자코’에서 이 향기를 탐지하면 자극이 감지될 것이다. 이 때 감지되는 자극을 미리 조사한 데이터베이스와 일치 여부를 확인하면 분명히 1, 3, 5에 해당하는 데이터를 찾을 수 있을 것이다. 이것이 향기를 탐지하는 방법이다. 한편 이 방법을 통해 선별적으로도 향을 탐지할 수 있다. 예컨대 ‘딸기향’만을 탐지하고 싶으면 ‘딸기향’이 반응하는 유전자의 자극에 의한 것만 자극이 통하게 되면 선별적으로 향기를 탐지할 수 있게 되는 것이다.

평가

이 답안 역시 문제 [3-1]에 대한 풀이로 수용체 단백질이 아미노산으로 이루어져 있고 3차구조를 이루고 있음을 잘 설명하고 있고, 특히 광학이성질체가 화학식은 같으나 그 3차구조가 달라서 다른 냄새를 낸다는 개념을 잘 설명하고 있음. 또한 조합메커니즘의 개념을 도입하여 다양한 냄새를 인식할 수 있음을 비교적 잘 설명함.

반면 [3-2]의 풀이는 먼저 4000여 가지의 종류에 해당하는 향기에 있어서, 각 향기가 작용하는 유전자의 종류를 파악한 후 그 데이터베이스를 이용한다는 논리는 무리가 있어 보임. 그러나 스마트 전자코 제작에 뇌과측정을 응용한 전기적 신호측정을 도입한다는 설명은 잘 하였음.

▶ 답안 사례 3

[3-1] 답

(다)의 향기유발분자들을 보면 우선 작용기가 ①은 $-CHO$, ②는 $-OH$, ③,④는 $\overset{O}{\parallel}{C}-$ 로 다름을 알 수 있다. 따라서 후각수용체는 향기유발분자의 작용기에 따라 서로 다른 결합을 생성하는 등의 방식으로 향기유발분자를 인식하고 그 강도도 이에 따라 달라질 수 있을 것이다. 또한 ③,④는 서로 거울이성질체이므로, 이에 따라 향기유발분

자와 후각수용체간의 상호작용도 달라질 수 있을 것이다. 또한 ①에 비해 ②,③,④는 모두 입체구조이므로, 이에 따른 상호작용도 차이가 있을 것이다. 다음으로, ②는 -OH를 가지며 수소결합을 형성할 수 있으므로, 수용체와의 수소결합 유무에 따라서 감지될 수 있느냐 없느냐 또는 강도의 차이가 날 것이다. 즉, 수용체와 분자의 그 인력에 따라서도 차이가 생길 수 있다는 것이다. 따라서, 정리하자면 수용체가 수용할 수 있는 분자의 종류나 그 강도는 향기유발분자의 작용기, 광학적 특성의 차이, 입체구조, 분자간인력, 수소결합 등에 따라서 달라질 수 있을 것이다.

다음으로, 인간은 비록 350여개의 후각 수용체 유전자를 가지고 있지만, 향기유발분자는 여러 개의 후각수용체를 수용할 수 있으며 자극의 강도는 수용체의 종류에 따라 달라지므로, 그 조합의 수는 매우 크므로, 뇌는 350여개의 후각수용체 중 어떤 것이 얼마나 큰 자극을 받았느냐를 조합해내어 그 후각 수용체 유전자수의 10배 이상의 서로 다른 향기자극을 분별할 수 있을 것이다.

[3-2] 답

후각수용체는 다양한 분자의 구조-전기적 특성에 따라 반응하므로, 전자코도 이러한 여러 개의 후각수용체와 유사한 작용을 하는 센서로 조합되어야 할 것이다. 그 센서는 작용기를 판별하거나 그 삼차원 구조 등 각각의 분자의 구조-전기적 특성들을 감지할 수 있어야 하며, 그 수가 많으면 많을수록 더욱더 많은 종류를 감지할 수 있을 것이며, 그 감도도 커질 것이다. 따라서 히드록시기에만 반응하는 센서 등 그 경우의 수를 모두 포괄할 수 있도록 세분화되고 다양한 센서가 전자코에 필요할 것이다.

평가

[3-1]의 풀이에서 단백질 수용체의 3차구조에 대한 설명은 없지만, 향기유발분자들의 작용기에 따라 후각수용체와 향기유발분자들의 결합 강도의 차이를 잘 설명하고 있음. 특히 거울이성질체가 후각수용체와 다르게 상호작용한다는 사실도 설명하고 있음. 답을 정리하면서 수용체가 수용할 수 있는 분자의 종류나 그 강도는 향기유발분자의 작용기, 광학적 특성의 차이, 입체구조, 분자간 인력, 수소결합 등에 따라서 달라질 수 있음을 잘 요약하여 설명함. 조합메커니즘의 개념을 도입하여 다양한 냄새를 인식할 수 있음을 비교적 잘 설명함.

[3-2]의 풀이에서는 후각수용체는 다양한 분자의 구조-전기적 특성에 따라 반응하므로, 전자코도 이러한 여러 개의 후각수용체와 유사한 작용을 하는 센서로 조합되어야 할 것임을 잘 설명하고 있음. 특히 답에서 수용체 분자와 냄새유발 분자의 결합을 전

기적 특성 변화로 감지할 수 있어야 한다는 것을 잘 설명함.

▶ 답안 사례 4

[3-1] 답

후각수용체는 그 종류에 따라 특수한 결합자리가 존재하여 향기유발분자의 특정구조를 인지하고 자극을 받는다.

예를 들어 벤젠고리를 인지하고 자극을 받는 수용체가 있다면, 이 수용체는 아몬드향 유발분자에 의해서는 자극이 되지만, 장미향에 의해서는 자극이 되지 않는다. 또한, 장미향은 히드록시기를 지니고 있어, 핵이 노출되어 부분 양전하를 띠는 히드록시기와 수소결합을 한다. 반면 아몬드향, 박하향, 캐러웨이향은 비록 C=O 구조가 존재하여 산소가 부분 음전하를 띄고 비공유 전자쌍이 존재하지만, 히드록시기의 산소 원자에 비해 수소결합력이 약하다. 힘의 세기가 다르므로 그 결합이 달라지고 다른 후각수용체에 자극을 주게 된다.

따라서, 향기유발분자들은 각각의 구조-전기적 특성에 따라 그러한 구조의 후각수용체 결합하고 자극을 준다. 한 분자가 여러 특성을 가질 수 있으므로 한 향기유발분자는 여러 수용체를 자극할 수 있고, 뇌는 서로 다른 후각수용체에서 전달된 자극을 서로 다른 위치의 세포에서 인식한다. 따라서 뇌는 여러 후각수용체에서 보내 온 자극들을 조합하여 후각을 성립시킬 것이고, 이러한 조합을 통하여 후각수용체 유전자의 개수인 350의 10배가 넘는 다양한 종류의 향기를 감지할 수 있다.

[3-2] 답

스마트 전자코는 인간의 후각시스템과 같이 특정 분자의 구조를 인식할 수 있는 후각수용체를 다수 포함해야 한다. 스마트 전자코는 향기유발분자를 용해시킬 수 있는 액체층, 분자를 인식하는 센서, 그리고 전해진 정보를 조합하여 어떤 향기인지 결정하는 시스템이 필요하다. 이것은 각각 인간 후각 시스템의 점막층, 후각수용체, 뇌와 대응된다.

이 때 다양한 향기를 정밀하게 검출해내기 위해서는 향기유발분자를 인식하는 후각수용체가 분자들의 구조를 최대한 감지할 수 있도록 그 종류가 다양해야 하며, 적은 양으로도 충분히 감지하기 위해서는 후각수용체가 많아야 한다.

마지막으로 가능한 조합과 그 조합이 의미하는 향기가 무엇인가에 대한 충분한 데이터베이스가 필요하다.

평가

[3-1]의 풀이에서 후각수용체는 그 종류에 따라 특수한 결합자리가 존재하여 향기 유발분자의 특정구조를 인지하고 자극을 받는다는 것을 잘 설명하고 있음. 또한 수용체와 냄새유발 분자간의 결합, 전기적 자극 전달 등도 잘 설명함. 또한 조합메커니즘의 개념을 도입하여 다양한 냄새를 인식할 수 있음을 비교적 잘 설명함.

이 답안은 특히 문제 [3-2]의 풀이가 우수함. 스마트 전자코가 인간의 후각시스템과 같이 특정 분자의 구조를 인식할 수 있는 후각수용체를 다수 포함해야 함을 잘 지적하였고, 스마트 전자코가 향기유발분자를 용해시킬 수 있는 액체층, 분자를 인식하는 센서, 그리고 정보를 조합하는 컴퓨터 시스템과 데이터베이스의 필요함도 잘 지적하였으며 이것은 각각 인간 후각 시스템의 점막층, 후각수용체, 뇌와 대응됨을 잘 표현하였음.

III . 논술모의고사 채점결과 분석

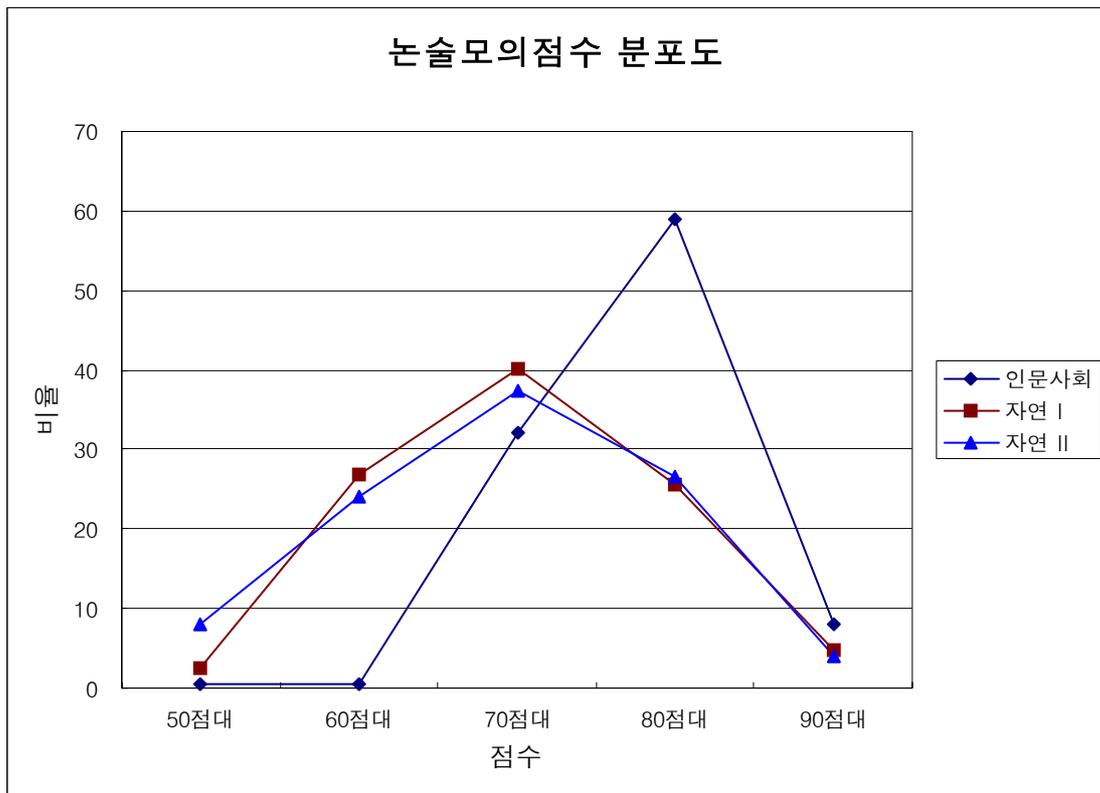
1. 점수통계

계열	응시인원	평균	표준편차	최대값	최소값
인문사회	175	81.82	5.80	92.67	58.00
자연 I	82	75.06	8.05	91.83	59.00
자연 II	75	74.47	9.33	92.33	51.17

2. 점수대별 분포표

점수대	50점대	60점대	70점대	80점대	90점대
인문사회	0.57	0.57	32.00	58.86	8.00
자연 I	2.44	26.83	40.24	25.61	4.88
자연 II	8.00	24.00	37.33	26.67	4.00

3. 점수대별 분포도



연세대학교 2009학년도 논술 모의고사와 관련한 모든 자료를 인용할 경우, 반드시 저작권이 연세대학교에 있음을 명시하고 사용하시기 바랍니다.

- ※ 계열별 예시답안들은 정답이 아니고 채점결과 비교적 성적이 좋은 답안을 선택한 것임.
- ※ 예시답안은 인문계열의 경우 문장이 어색한 경우에만 수정을 하였고, 자연계열의 경우 학생들이 작성한 답안을 원문 그대로 옮긴 것임.



120-749 서울특별시 서대문구 성산로 262

연세대학교 입학처

전화 (02)2123-4131

팩스 (02)364-2364

<http://admission.yonsei.ac.kr> ysadms@yonsei.ac.kr