

생물학습에 개념도를 이용한 효과에 관한 연구

송환승 · ¹김진태 · ²허진휴

(전남 목포시 문태고) · ¹(예천군 산업곤충연구소) · ²(전북대 사범대학 과학교육학부)

A Study on Effects of the Concept Mapping for Biology Learning

Whan Sung Song · ¹Jin Tae Kim and · ²Chin Hyu Hur

(Muntae High School) · ¹(Institute of Industrial Entomology) · ²(Chonbuk National University)

ABSTRACT

This study was to inquire the effectiveness of concept mapping on the learning of biology concept. In this study the achievement acquired by the students in the classes of individual concept mapping and cooperative concept mapping were compared with those of traditional lecture on "photosynthesis and plant respiration". The concept mapping teaching methods, by individuals and groups, were more effective than traditional one. The results of analysis of covariance (ANCOVA) showed that these difference were statistically significant; individual concept mapping was more effective than traditional class result($p < .008$). Also the cooperative concept mapping was effective than traditional class result($p < .0001$). And the cooperative concept mapping was more effective than the individual one($p < .04$). So that cooperative concept mapping is the most effective method in biology class.

Key words : teaching methods, concept mapping, biology

I. 서론

교과내용을 습득한 후 적절한 학습목표를 설정하고 이를 학생들에게 교사가 학습지도하는 모습은 일반적인 교육현장에서의 모습이다. 흔히 교육현장이라 함은 학교교육을 말하는데 이는 교과서중심의 교과교육이 이루어지는 곳이 바로 학교이기 때문이다. 아울러 학생을 대상으로 학습내용을 전달하거나 지도하는 교사. 그리고 이들을 연결시키는 과학이라는 교과내용이 교육현장을 구성하는 요소라 할 수 있다. 그러므로 교과교육의 효율적이고 성공적인 수행이 곧 학교교육의 성패를 결정하는 요인이라 할 수 있다. 따

라서 교육의 목표라 할 수 있는 학습활동의 주체인 학생의 직접 경험은 이들의 탐구능력을 습득하고 과학적 태도를 함양시킬 수 있기 때문에 중요하다. 특히 과학교육의 목표달성을 위한 제반활동을 구체적이고 의미있게 조직하고 과학 교수-학습 활동의 효율적인 수행능력을 배양하며 교과로서의 과학을 가르치는 방법과 원리를 습득함을 과학교육의 목표라고 하는 주장 (우종욱 등, 1994)이나 과학교육을 통해 성취될 학생의 상태의 변화로 규정하는 보고 (이화국, 1984), 그리고 학생 개인의 변화가 아니라 변화된 학생이 구성원인 사회나 국가 나아가 인류에 끼치는 영향과 과학 그 자체 혹은 문화에 끼치는 영향에도 있

*1999년 6월 15일 받음.

다는 보고 (조희형, 1986) 등에서 알 수 있듯이 학습 목표 도달은 중요한 의미를 가지고 있다. 이러한 학습에 대한 문제를 해결하기 위해 유의미학습이론이 Ausubel에 의해 제시되었거나 (조희형, 1988) 학습현장에서 실행하기 위해 학습영역내의 개념간의 관계를 시각화한 개념도가 고안되었다 (Novak & Gowin, 1984; Schmid & Telaro, 1990). 이러한 개념도를 이용함으로써 유의미학습에 유용하다는 보고들이 있는데 (Novak et al., 1983; Lehman et al., 1985; Heinze-Fry & Novak, 1990; Okebukora, 1990; Okebukora et al., 1990) 국내에서도 이를 적용한 시도가 몇몇 있었다 (최주영과 허명, 1993; 이정이와 허명, 1995; 오금영과 김영수, 1995).

이러한 과학교육에서의 경향을 감안할 때 자연현장이나 주변에서 실시할 수 있는 야외학습의 중요성이 증가하고 있는 생물학습에서 학습목표를 충실하게 달성할 수 있는 효과적인 협동학습 방법을 모색하는 것은 매우 중요하다. 이러한 목적을 위한 개념학습, 즉 이론적 개념을 통한 추상적 개념과 직접관찰을 통한 구체적 개념을 학생의 수준이나 지역여건을 감안하여 효과적으로 운영할 수 있는 학습활동에 대한 모델설정이 시급한 실정이다. 본 연구는 중학교 생물단원을 가지고 전통적 강의식 수업과의 효과비교, 개인별 및 협동개념도 작성수업의 효과 및 이들간의 비교를 통해 그 효과를 알아보고자 하였다.

II. 연구방법

본 연구수행을 위해 사전-사후검사 통제집단설계 (pretest-posttest control group design)방법에 기초를 두었는데 그 방법은 Table 1과 같다.

실험반과 통제반 모두에게 『광합성』, 『호흡』에 관해 학생들이 가지고 있는 개념유형을 파악하기 위한 사전검사를 실시하였다. 실험반은 개인별, 협동개념도 작성그룹으로 구분하였다. 개인별 개념도 작성그룹은 본시학습을 개인별 개념도 작성수업방식에 따라 학습시켰고 협동개념도그룹은 협동개념도 작성수업방식으로 학습시켰다. 통제반 학생들은 전통적 강의식 수업을 하였다. 『광합성』, 『호흡』단원의 학습이 끝난후

Table 1. Test of teaching method.

| | | | | |
|----------------|---|----------------|----------------|----------------|
| E ₁ | : | O ₁ | X ₁ | O ₂ |
| E ₂ | : | O ₁ | X ₂ | O ₂ |
| C | : | O ₁ | X ₃ | O ₂ |

- E₁: cooperative concept mapping group
- E₂: individual concept mapping group
- C : control group (traditional lecture group)
- O₁: pretest
- O₂: posttest
- X₁: treatments of cooperative concept mapping class
- X₂: treatments of individual concept mapping class
- X₃: treatments of traditional class

실험반과 통제반 모두를 대상으로 사후검사를 실시하여 개념변화를 조사하였다. 사전 및 사후검사는 각각 설문지를 통한 지필검사로 실시하였는데(30분) 이를 위해 광합성 10개 문항, 호흡 5개 문항등 모두 15개 문항으로 구성된 설문지를 작성하였다(부록참조). 아울러 설문지의 각 문항분석에 대한 타당도를 작성하였다.

III. 연구결과 및 논의

사전검사와 사후검사를 실시한 결과 개념도 수업 후의 학습인지능력이 향상되었음을 알 수 있었다 (Table 2). 특히 개인별 개념도 학습에 비해 협동개념도 학습의 성적이 높게 나타났다(Table 3).

Table 2와 3에서 나타난 결과를 보면 개인별학습보다 협동학습이 보다 효과적인 것으로 나타났는데

Table 2. Results of pretest.

| | Number of students | Average score | Rate of correct(%) |
|-----------------------------------|--------------------|---------------|--------------------|
| Cooperative concept mapping group | 80 | 4.63±2.59 | 30.9 |
| Individual concept mapping group | 80 | 4.60±2.40 | 30.7 |
| Control group | 80 | 4.93±2.33 | 32.9 |

Table 3. Results of posttest.

| | Number of students | Average score | Rate of correct(%) |
|-----------------------------------|--------------------|---------------|--------------------|
| Cooperative concept mapping group | 80 | 8.90±3.41 | 59.3 |
| Individual concept mapping group | 80 | 7.96±3.63 | 53.1 |
| Control group | 80 | 7.05±3.34 | 47.0 |

이러한 결과는 개인별학습보다 협동학습의 효과가 우수하다는 이전의 보고들 (Johnson & Johnson, 1981; Hertz-Lazarowitz & Karsenty, 1990; Okebukola, 1992) 과 일치하였다. 아울러 『광합성』단원과 『호흡』단원에 관련된 학습내용에 대한 각각의 조사결과를 보면 Table 4, 5와 같다.

문항 1의 경우 식물의 유기양분 섭취여부에 대한 개념에 관한 문항이었는데 수업전에 비해 수업후 각각 9.8%, 6.3%와 2.3% 증가하였으나 전체 응답율

Table 4. Change of correct answer rate to 『photosynthesis』 after biology class.

| Item | Cooperative concept mapping class | | Individual concept mapping class | | Traditional class | |
|------|-----------------------------------|-----------|----------------------------------|-----------|-------------------|-----------|
| | Preclass | Postclass | Preclass | Postclass | Preclass | Postclass |
| | 1 | 17.5 | 28.3 | 15.0 | 21.3 | 15.0 |
| 2 | 45.0 | 66.3 | 48.8 | 62.5 | 58.8 | 66.3 |
| 3 | 67.5 | 68.8 | 67.5 | 63.8 | 75.0 | 58.8 |
| 4 | 18.8 | 46.3 | 25.0 | 30.0 | 13.8 | 17.5 |
| 5 | 22.5 | 75.0 | 30.0 | 63.8 | 23.8 | 37.5 |
| 6 | 11.3 | 48.8 | 16.3 | 35.0 | 11.3 | 37.5 |
| 7 | 52.5 | 67.5 | 47.5 | 60.0 | 47.5 | 61.3 |
| 8 | 18.8 | 57.5 | 11.3 | 51.3 | 18.8 | 52.5 |
| 9 | 46.3 | 68.8 | 43.8 | 58.8 | 53.8 | 65.0 |
| 10 | 28.8 | 30.0 | 21.3 | 37.5 | 17.5 | 27.5 |
| Mean | 32.9 | 55.7 | 32.7 | 48.4 | 33.5 | 44.1 |

Table 5. Change of correct answer rate to 『respiration』 after biology class.

| Item | Cooperative concept mapping class | | Individual concept mapping class | | Traditional class | |
|------|-----------------------------------|-----------|----------------------------------|-----------|-------------------|-----------|
| | Preclass | Postclass | Preclass | Postclass | Preclass | Postclass |
| | 11 | 30.0 | 80.0 | 23.8 | 68.8 | 25.0 |
| 12 | 43.8 | 95.0 | 57.5 | 95.0 | 72.5 | 91.3 |
| 13 | 11.3 | 48.8 | 8.8 | 43.8 | 13.8 | 20.0 |
| 14 | 31.3 | 60.0 | 21.3 | 52.5 | 25.0 | 46.3 |
| 15 | 17.5 | 53.8 | 22.5 | 52.5 | 21.3 | 47.5 |
| Mean | 26.8 | 67.5 | 26.8 | 62.5 | 31.4 | 52.8 |

Table 6. Result of covariance analysis to individual scores by teaching methods.

| Variance | Degree of freedom | Σx^2 | Mx^2 | F | p |
|-----------------|-------------------|-------------------|---------|--------|--------|
| Model | 3 | 1118.534 | 372.845 | 47.15 | 0.0001 |
| Teaching method | 2 | 176.886(Type III) | 88.443 | 11.18 | 0.0001 |
| Result | 1 | 981.629(Type III) | 981.626 | 124.13 | 0.0001 |
| Range of error | 236 | 1866.262 | 7,908 | | |
| Total | 239 | 2984.796 | | | |

가운데 가장 낮게 나타났다. 이는 학생들의 오개념이 쉽사리 교정되지 않은 결과로 생각된다. 즉 수업전 69%였던 오개념이 수업후 68%로 나타났는데 문항 분석결과 식물의 먹이원 획득이나 에너지를 얻는 방법 그리고 고분자 유기물에 대한 이해부족 등이 원인 등에 대한 오개념의 빈도가 높다는 보고들 (Wandersee, 1983, 1985; Bell, 1984; Anderson et al., 1990; 박강훈 등, 1992)과 일치하였다. 따라서 식물의 유기양분 섭취여부에 대한 개념학습에는 철저한 오개념 연구와 오개념 교정을 위한 새로운 교수전략이 필요함을 알 수 있었다. 문항 2의 경우에서 개념도 학습에 비해 전통적 수업방식에 의한 학습효과가 상당히 낮다는 것을 알 수 있었다. 문항 3의 경우 사전인지도가 가장 높았었는데 개인별 학습그룹과 전통적 수업집단에서는 수업후 정답율이 오히려 감소하였다. 이는 '광합성결과 만들어진 물질이 녹색이므로'라는 오인에 응답한 학생이 증가한 결과이다. 즉 광합성결과 엽록체가 만들어진다는 오개념의 형성때문일 것으로 판단된다. 문항 4와 5의 경우 개념도학습이 전통적 수업보다 효과적으로 개념을 형성한다는 것을 알 수 있었다. 문항 6에서 광합성에 필요한 이산화탄소보다 산소에 대한 응답이 높은 것은 3그룹에서 공통으로 나타났다. 이러한 결과는 13-15세 학생의 60-66%가 광합성을 식물의 호흡으로 오인하고 있다는 보고 (Stavy et al., 1987)와 일치하였다. 문항 8의 경우 응답율이 3집단 모두 크게 증가한 것으로 나타났는데 이는 교과서 실험내용중 BTB용액을 이용한 불씨실험에 대한 학생들의 사전인지도가 높았

기 때문인 것으로 판단된다. 문항 10의 경우 난이도 비교적 높은 편이었는데 학생의 인지구조에 없는 물질에 대한 변환개념이 교과내용에 언급되어 의미있는 인지구조의 연결이 이루어지지 않은 결과로 판단된다.

문항 11의 경우 학생드이 호흡이 에너지 전환과정임을 이해하지 못한다는 보고 (Haslam & Treagust, 1987; Anderson et al., 1990)와 일치하였는데 이는 산소와 이산화탄소의 역할에 대한 오인결과이며 전통적 수업그룹에서 수업후에도 약 25%의 학생들이 고수하였다. 문항 12의 경우 수업후 대부분의 학생들이 올바른 개념을 형성하였다. 문항 13의 경우 통제반의 오인 응답율이 43.5%로 높게 나타났다. 이는 광합성과 호흡을 제대로 연관시키지 못한 결과로 생각된다. 문항 14의 경우 빛이 없는 상태에서는 광합성이 일어나지 않는다는 사전인지가 높은 상태에서의 응답율이기 때문에 13번문항에 비해 오답율이 낮게 나타났다. 15번문항의 경우 바른 응답율은 협동학습그룹이 가장 높게 나타났고 다음으로는 개인별학습그룹과 전통적 수업그룹의 순이었다.

아울러 수업전후 결과가 수업방법에 따라 효과가 있는지 조사하기 위해 공분산분석을 실시한 결과 선행학습정도를 제거한 상태에서 수업방법 (협동 개념도 작성수업, 개인별 개념도 작성수업 및 전통적 강의식 수업)에 따른 개인별 득점은 유의성 있음을 ($p < 0.01$) 보여 본 연구방법이 개념변화에 효과적임을 입증하였다 (Table 6).

수업후 개인별 득점의 그룹간 차이는 협동 개념도 작성수업과 개인별 개념도 작성수업 집단간의 유의성

이 4%, 협동 개념도 작성수업과 전통적 강의식 수업 간의 유의성이 0.01%, 개인별 개념도 작성수업집단과 전통적 강의식 수업간의 유의성이 0.8%로 모두 유의함을 보였다. 이는 협동 개념도 작성수업방식이 가장 효과적이며 개인별 개념도 작성수업이 전통적 강의식 수업보다 효과적임을 나타내는 것이다.

IV. 결 론

첫째, 협동 개념도 작성수업과 개인별 개념도 작성수업이 전통적 강의식 수업에 비해 효과적이었다. 공분산 분석결과 공변인 (사전검사)의 효과를 제거하였을 때 협동 개념도 작성수업은 전통적 강의식 수업과 유의한 차이를 보였으며 ($p < .0001$), 개인별 개념도 작성수업도 전통적 강의식 수업과 유의한 차이를 보였다 ($p < .008$).

둘째, 협동 개념도작성 수업은 개인별 개념도 작성수업에 비해 개념도 학습에 효과적이었다. 공분산 분석결과 두 집단은 유의한 차이를 보였다 ($p < .04$).

적 요

중학교 생물의 광합성과 호흡단원에 대해 개인별 또는 협동 학습개념도를 적용한 수업결과를 전통적 강의식 수업결과와 비교하였다. 그 결과 개념도를 적용한 학습이 전통적 강의식 수업보다 효과적이었다. 공분산분석을 실시하여 개인별 개념도 작성그룹과 협동 개념도 작성그룹간($p < .008$), 협동개념도 작성그룹과 전통적 강의식 학습그룹간($p < .0001$)에 유의성있는 결과를 얻었다. 또한 협동개념도작성그룹이 개인별 개념도 작성그룹보다 효과적이었다($p < .04$). 따라서 협동개념도 학습방법이 생물학습에 있어 가장 효과적이었다.

참 고 문 헌

박강훈, 이선경, 장남기 (1992). 중등학교 학생들의 호흡에 관한 개념조사. 한국생물교육학회지, 20(2):115-132.

오금영, 김영수 (1995). 중학교 생물교수전략으로서 개념도 활용: 학생중심 개념도 수업과 교사중심 개념도 수업. 한국생물교육학회지, 23(2):213-230

우종옥, 권재술, 김영수, 정진우 (1994). 중학교 과학 교과교육의 학문적 체제와 교원 양성대학의 교수목표개발연구. 한국교원대학교부설 교과교육공동연구소 연구보고, RR 93-II-8.

이정미, 허명 (1995). 개념도 활용이 과학수업에 대한 태도와 학업성취도에 미치는 영향. 한국과학 교육학회지, 15(5):223-232

이화국 (1984). 과학교육 (박승재 편저). 교육과학사.
조희형 (1986). 고등학교 과학교육의 지향과 생물교육의 목적. 한국과학교육학회 연구모임, 미간행, pp. 23-26

조희형 (1988). 과학교육 과정 및 교수/학습의 이론적 배경. 한국과학교육학회지, 8(2):59-71

최주영, 허명 (1994). 순환과 배설에 대한 중학생의 개념조사 및 오개념 교정을 위한 개념도 수업의 효과. 한국과학교육학회지, 14(3):285-292

Anderson, C.W., T.H. Sheldon and J. Dubay (1990). The effects of instruction on college nonmajors' conceptions of respiration and photosynthesis. Journal of Research in Science Teaching, 27(8):761-776

Bell, B.F. (1984). Aspects of secondary students' understanding of energy: summary report. *Children's Learning in Science Project*, Centre for Studies in Science and Mathematics Education, University of Leeds.

Haslam, F. and D.F. Treagust (1987). Diagnosing secondary students' misconceptions of photosynthesis and respiration in plants using two-tier multiple choice instrument. Journal of Biology Education, 21(3):203-211

Heinze-Fry, J.A. and J.D. Novak (1990). Concept mapping bring longterm movement toward meaningful learning.

- Science Education*, 74(4):461-474
- Hertz-Lazarowitz, R. and G. Karsenty (1990). Cooperative learning and student achievement, process skills, learning environment and self esteem in 10th grade biology classrooms, in Sharan, S.(ed.) *Cooperative Learning: Research and Theory*, New York, Praeger
- Johnson, D.W. and R.T. Johnson (1981). Effects of cooperative and individualistic learning experiences on interethnic interaction. *Journal of Educational Psychology*, 73(3):444-449
- Lehman, J.D., C. Carter and J.B. Kahle (1985). Concept mapping, vee mapping and achievement: Results of a field study with black high school students. *Journal of Research in Science Teaching*, 22(7):663-672
- Novak, J.D., D.B. Gowin and G.T. Johansen (1983). The use of concept mapping and knowledge vee mapping with high school science students. *Science Education*, 67(5):625-645
- Novak, J.D. and D.B. Gowin (1984). *Learning How to Learn*. Cambridge University Press, New York.
- Okebukora, P.A. (1990). Attaining meaningful learning of concepts in genetics and ecology: A test of the efficacy of the concept-mapping heuristic. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(5):493-504
- Okebukora, P.A. (1992). Concept mapping with a cooperative learning flavor. *The American Biology Teacher*, 54(4):218-222
- Okebukora, P.A., O.J. Jegede and F.F. Alaiyemola (1990). The effect of concept mapping on students' anxiety and achievement in biology. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(10):951-960
- Schmid, R.F. and G. Telaro (1990). Concept mapping as an instructional strategy for high school biology. *Journal of Educational Research*, 84(2):78-85
- Stavy, R., Y. Eisen and D. Yakobi (1987). How students aged 13-15 understand photosynthesis. *International Journal of Science Education*, 9(1):105-115.
- Wandersee, J.H. (1983). *Students' Misconceptions about Photosynthesis: a Cross-Age Study*. In: H.Helm and J. D. Novak(Ed.). *Proceedings of the International Seminar on Misconceptions in Science and Mathematics*, Itaca, New York: Cornell University, pp.441-466
- Wandersee, J.H. (1985). Can the History of Science Educators Anticipate Student's Misconception? *Journal of Research in Science Teaching*, pp.581-597

〈부 록〉

(설문지)

1. 다음 보기에 주어진 내용에 대한 자신의 생각과 그 이유는?(,)

보기: 동물은 먹이(유기양분)를 먹어야 살 수 있다.
식물도 동물과 같이 먹이(유기양분)를 섭취해야 살 수 있다.

- (1) 그렇다 (2) 아니다

〈이유〉 (가) 먹어야 살기때문

- (나) 활동하기 위해서
(다) 스스로 양분을 합성하므로
(라) 광합성을 위해 양분이 필요하므로
(마) 식물도 동물과 같이 생물이므로
(바) 식물은 소화기관이 없으므로

2. 광합성이란? (,)

- (1) 식물이 햇빛을 받는 것
(2) 식물이 햇빛을 받아 영양분을 섭취하는 것
(3) 식물이 빛을 받아 양분을 만드는 것
(4) 식물이 산소와 이산화탄소를 교환하는 것
(5) 식물이 빛을 받아 녹색으로 변하는 것

3. 식물의 잎이 녹색인 까닭은? (,)

- (1) 광합성을 하기 때문
(2) 세포막의 색깔이 녹색이므로
(3) 광합성결과 만들어진 물질이 녹색이므로
(4) 엽록체를 가지므로
(5) 녹말이 녹색이므로

4. 다음중 광합성을 하는 생물을 모두 고르시오.
()

- (1) 곰팡이 (2) 민들레 (3) 초록색 뱀
(4) 소나무 (5) 유글레나

5. 다음 보기에 주어진 내용에 대한 자신의 생각과 그 이유는?(,)

보기: 이끼는 광합성을 한다

- (1) 그렇다 (2) 아니다

〈이유〉 (가) 식물은 모두 광합성을 하므로

- (나) 이끼는 그늘지고 습한 곳에 살므로
(다) 이끼는 기생식물이므로
(라) 이끼는 엽록체를 가지므로
(마) 녹색과 광합성은 관계가 없으므로
(바) 이끼는 잎이 없으므로

6. 광합성에 필요한 것을 모두 고르시오.()

- (1) 산소 (2) 이산화탄소 (3) 물
(4) 녹말 (5) 포도당 (6) 햇빛

7. 광합성이 일어날 때 생물체내로 흡수되는 기체는?()

- (1) 이산화탄소 (2) 산소 (3) 이산화탄소와 산소
(4) 수증기 (5) 기포

8. 광합성결과 만들어지는 것을 모두 고르면?

- ()
(1) 이산화탄소 (2) 산소 (3) 질소 (4) 포도당 (5) 엽록체

9. 광합성이 일어날 때 생물체에서 방출되는 기체는?()

- (1) 이산화탄소 (2) 산소 (3) 이산화탄소와 산소
(4) 수증기 (5) 기포

10. 광합성결과 만들어진 양분의 이용에 대한 설명중 잘못된 것은? ()

- (1) 생활에 필요한 에너지원으로 이용된다
(2) 쓰고 남은 양분은 저장기관에 저장한다
(3) 단백질, 지방등을 합성한다
(4) 몸의 구성성분으로 이용된다
(5) 물과 양분을 흡수하는 원동력이 된다

11. 생물이 호흡하는 가장 적합한 이유는? ()

- (1) 산소와 이산화탄소 교환을 위하여
(2) 광합성을 하기 위하여
(3) 생활에 필요한 에너지를 얻기 위하여
(4) 몸 안의 노폐물을 제거하기 위하여
(5) 심장박동을 시키기 위하여

12. 다음 보기에 주어진 내용에 대한 자신의 생각은? (,)

보기: 식물은 호흡한다

(1) 그렇다 (2) 아니다

<그렇다면 언제 호흡하는가?>

(㉠) 낮에만 한다 (㉡) 밤에만 한다

(㉢) 밤과 낮 모두 한다

13. 다음 보기에 대한 자신의 생각은? (,)

보기: 비닐하우스 속에 상추가 자라고 있다

이 비닐하우스 속에 낮에 들어가면 밤보다 산소가 많다

(1) 그렇다 (2) 아니다

<이유> (㉠) 광합성결과 산소가 만들어지므로

(㉡) 낮에는 식물이 호흡하지 않으므로

(㉢) 광합성량이 호흡량보다 많기 때문에

(㉣) 식물은 항상 산소를 흡수하므로

(㉤) 식물은 항상 산소를 방출하므로

14. 다음 보기에 대한 자신의 생각은? (,)

보기: 비닐하우스 속에 상추가 자라고 있다

이 비닐하우스 속에 밤에 들어가면 낮보다 이산화탄소가 더 많다

(1) 그렇다 (2) 아니다

<이유> (㉠) 식물은 호흡할때 산소를 내보내므로

(㉡) 광합성을 하지 않는다고 이산화탄소가 많아지는 것이 아니므로

(㉢) 햇빛이 없을 경우 식물은 산소를 방출하므로

(㉣) 광합성은 하지않고 호흡만 일어나므로

(㉤) 식물은 이산화탄소를 항상 흡수하므로

(㉥) 식물은 항상 이산화탄소를 방출하므로

(㉦) 식물은 밤에 호흡하지 않으므로

15. 아침에 해가 뜨기 시작할때와 저녁에 해가 지기 시작할 때 어느 시점에서 식물의 기공을 통해 이산화탄소가 들어가고 나가는 양이 같을 때가 있는가?

(,)

(1) 있다 (2) 없다

<이유> (㉠) 살아있으면 공기의 출입이 있으므로

(㉡) 공기의 출입이 멈추면 식물이 죽으므로

(㉢) 식물은 밤낮으로 산소와 이산화탄소를 교환하므로

(㉣) 식물은 밤과 낮의 중간시점에는 공기의 출입을 멈추므로

(㉤) 호흡량과 광합성량이 같으므로