

# 몬테카를로 시뮬레이션을 적용한 정보·환경 융합 교육 프로그램 개발 및 타당성 검증 연구

문우종 · 고승환 · 부용호 · 박예진 · 김종훈  
제주대학교

## 요약

교육부에서 2021년 9월에 발표한 2022 개정 교육과정 총론 연구 결과에서는 기후·환경 교육이 소프트웨어 교육과 더불어 진면에 등장하는 등 환경 문제가 사회적으로 중요한 화두로 떠오르고 있다. 본 연구에서는 파이썬 몬테카를로 시뮬레이션을 적용하여 2022 개정 교육과정에서 강조하고 있는 환경교육과 소프트웨어교육을 융합한 고등학생 대상 프로그램을 개발하였다. 개발한 프로그램은 과학·환경·정보 교과 교육 전문가를 대상으로 프로그램의 타당성을 Lawshe의 내용타당도 비율(Content Validity Ratio: CVR)로 검증하였고, 검증 결과 프로그램은 개발 취지와 환경 및 정보 교과 성취기준에 적합한 것으로 나타났다.

키워드 : 몬테카를로 시뮬레이션, 난수, 랜덤워크, 융합 교육, 내용타당도비율

## A Study on the Development and Validation of Information and Environment Convergence Education Program with Monte Carlo Simulation

Woojong Moon · Seunghwan Ko · Yongho Boo · Yejin Park · Jonghoon Kim  
Jeju National University

## Abstract

In the 2022 revised curriculum general study released by the Ministry of Education in September 2021, environmental issues are emerging as a socially important topic, with climate and environmental education appearing at the forefront along with software education. In this study, by applying Python Monte Carlo simulation, a program for high school students was developed that combines environmental education and software education emphasized in the 2022 revised curriculum. The developed program verified the validity of the program with Lawshe's Content Validity Ratio for science, environment, and information subject education experts, and the verification results showed that the program meets the development purpose, environment, and information subject achievement standards.

Keywords : Monte Carlo Simulation, Random Numbers, Random Walk, Convergence Education, Validity Ratio

---

이 논문은 2022학년도 제주대학교 교원성과지원사업에 의하여 연구되었음.

교신저자: 김종훈(제주대학교 초등컴퓨터교육전공)

논문투고 : 2022-01-26

논문심사 : 2022-02-09

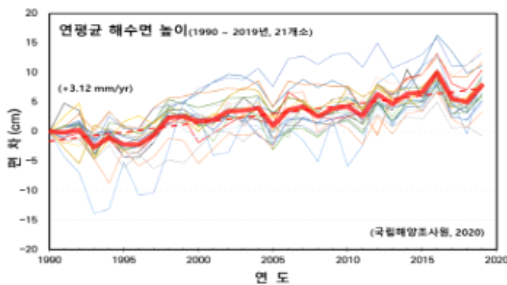
심사완료 : 2022-02-10

1. 서론

우리나라 2015 개정 교육과정에서는 4차 산업혁명에 발맞춰 소프트웨어교육을 강조하고 있으며, 환경을 주제로 확장하여 환경 교과 역시 만들어졌다[1]. 이렇게 만들어진 정보, 환경 교과는 2022 개정 교육과정 총론에서도 미래 사회와 환경변화에 대응하기 위해 커다란 화두로 떠오르고 있다.

정보와 환경 교과는 일차적으로 각 교과목에서 이뤄지고 있지만, 학교 교육의 창의적 체험활동 및 범교과 영역에서 통합 및 융합하여 지도하도록 제안하고 있다[2]. 4차 산업혁명이 도래함에 따라 소프트웨어가 융합된 융합 교육의 중요성은 점차 커지고 있으며, 실제로도 컴퓨팅 사고력 신장을 위한 많은 연구에서도 타 교과와 소프트웨어교육을 융합한 연구들이 국내외에서 많이 이뤄지고 있다.

최근 환경 교과에서 가장 커다란 문제 중 하나로 꼽히고 있는 탄소배출량에 따른 해수면 상승을 주제로 한 융합교육 프로그램을 개발하였다. 해양수산부 보도에 따르면 최근 30년간 해수면의 상승률이 점점 커지고 있으며, 온실효과의 주된 원인인 이산화탄소 배출량 변화와 지구 평균온도 변화가 관계가 깊다는 연구 결과들이 있다[3][4].



(Fig. 1) Changes in sea level height over the past 30 years (1990-2019)

(Fig. 1)은 국립해양조사원에서 발표한 최근 30년간 해수면의 높이 변화이다. 이를 토대로 향후 100년간의 해수면의 변화를 탄소 평균 배출량이 현재와 같거나, 더 높아졌을 때의 모습을 가정하여 몬테카를로 시뮬레이션으로 비교하며 살펴보도록 하였다.

본 연구에서는 환경 과목과 정보 과목을 모두 학습하고 있는 고등학생을 대상으로 파이썬 몬테카를로 시뮬레이션을 활용한 정보·환경 융합 교육 프로그램을 개발하고자 하였다. 개발한 프로그램의 타당성 검증을 전문가 집단에 의뢰하여 진행하였으며, 전문가 집단에서 제시한 개방형 의견을 토대로 수정·보완을 하였다.

2. 이론적 배경

2.1. 몬테카를로 시뮬레이션

몬테카를로 시뮬레이션(Monte Carlo Simulations)은 단일 값을 갖는 전통적인 결정론적 분석 방법의 한계를 극복할 수 있는 확률 통계적 분석 방법이다. 미래의 변동성을 변수로 가치 평가를 하는 확률론적 방법으로서, 특정 시점에 상정한 하나의 시나리오에 따라 미래의 불확실성을 예측하여 변동 상황에 따른 위험을 효율적으로 관리할 수 있도록 한다[5]. 본 연구에서는 몬테카를로 시뮬레이션을 이용하여 해수면 상승에 대한 변동 상황의 경향성을 살펴보고, 탄소 배출량 목표치를 조절하며 해수면 상승의 위험성을 살펴보는 데 초점을 두었다.

2.2. 랜덤워크와 난수

랜덤워크(random walk)는 임의의 방향으로 향하는 연속적인 걸음을 나타내는 수학적 개념으로 다양한 분야에서 랜덤 현상을 기술하는 데 널리 이용되고 있다. 확률적인 관점에서 랜덤워크 과정을 따르는 시계열은 시간적 흐름에 따라 분산이 증가하여 발산하게 된다. 랜덤워크는 경제학, 금융학, 유전학, 물리학, 사회학 등 다양한 분야에서 관찰되고 있으며, 금융 시장의 확장성 및 예측 어려움을 랜덤워크를 통해 설명하기도 한다[6]. 본 연구에서는 해수면 상승에 미칠 수 있는 다양한 변인 중 탄소배출량을 주요 변인으로 설정하고, 난수를 선택하고 주어진 시행을 여러 번 반복함으로써 해수면 상승을 예측한다. 이러한 몬테카를로 시뮬레이션에서는 난수를 생성하는 방법의 차이가 시뮬레이션의 결과의 차이를 만들 수 있다[11]. 나머지 변인들은 랜덤워크를 이용하여 시간적 흐름에 따라 변화하는 해수면의 높이를 설명하고자 하였다.

### 2.3. 탄소 배출량

지구온난화로 인한 기후 변화 중 자연 및 인간 시스템에 가장 큰 악영향을 줄 수 있는 요소 중 하나가 해수면 상승인 것으로 알려져 있다. 해수면 상승은 연안 저지대 및 습지의 범람 증대, 연안 침식 증대, 폭풍 해일 및 홍수의 위험 증대, 표층수 및 지하수의 염분 침투 등을 유발하며 이들 영향은 인간의 생명, 건강 및 사회·경제적 활동에 다양하게 영향을 줄 수 있다[4].

### 2.4. 해수면 상승

기후 변화에 따른 해수면 상승은 심각한 영향을 줄 것으로 예상되고 있다. 기후 변화에 관한 정부간 패널(IPCC)보고서에 의하면 20세기 중반 이후로 전 세계 해수면은 연간 평균 1.8mm 정도 상승하였다고 보고하였고 1990년대 이후로는 해수면 상승 정도가 더 심화되어 연간 평균 3.18mm 상승한 것으로 보고하였다. 이러한 추세는 더욱 심화되어 21세기 말에는 해수면이 기후 변화의 영향으로 지금보다 1m 이상 높아질 것으로 예상되는 연구 결과들이 다수 발표되고 있으며 한국 환경정책평가연구원(2009)에 의하면 우리나라도 연간 해수면 상승이 4mm 이상을 기록한 것으로 분석되고 있다[8].

### 2.5. 선행연구 분석

본 연구와 같이 정보 교과와 타 교과를 융합하여 문제를 창의적으로 해결하는 교육 프로그램 개발과 관련된 선행연구는 다음과 같다. 송정범(2021)은 언플러그드 기반의 환경교육 주제 인공지능 교육 프로그램을 개발하고 전문가 검토를 통해 프로그램의 타당성을 검증하였다. 이 연구에서는 사회적으로 급격한 기후 변화에 대응한 환경교육에 대한 중요성이 부각 되는 현재 환경교육 주제 정보 융합 교육의 가치를 입증하였다. 실제 현장에 적용은 하지 못했다는 한계는 가지고 있으나, 전문가 타당성 검증을 통해 개발한 프로그램이 적절하며 수업 적용 가능성이 크다고 결론지었다. 이에 본 연구에서도 환경교육을 주제로 한 정보 융합 교육 프로그램을 개발하고, 전문가 타당성 검증을 통해 수업 적용 가능성을 판단하고자 하였다[9].

김미영(2019)은 피지컬 컴퓨팅 활용 과학적 문제해결 교육이 고등학생의 컴퓨팅 사고에 미치는 효과를 연구하였다. 컴퓨팅 사고력을 여러 교과에 적용하여 증진하는 융합 교육에 대한 관심이 높아지고 있으며, 프로그래밍뿐 아니라 교과목에서의 문제해결에서도 컴퓨팅 사고력이 유의미하게 향상될 수 있음을 보여주었다. 이에 본 연구에서도 환경 교과와 정보 교과를 융합하여 연구 주제로 몬테카를로 시뮬레이션 프로그램을 적용하고, 이를 통해 환경 문제 해결에 대한 필요성 인식은 물론 프로그래밍 과정을 통한 컴퓨팅 사고력의 신장도 꾀할 수 있도록 프로그램을 개발하였다[10].

김형욱(2020)은 엔트리를 활용한 포물선 운동 과학 시뮬레이션을 개발하고 전문가 평가를 통해 활용 측면에서 타당성을 확보하였다. 시뮬레이션은 과학 개념을 능동적으로 이해할 수 있도록 도우며, 과학 교과와 소프트웨어 교육과의 교과 융합적인 측면에서도 유의미한 연구 결과이다[11]. 본 연구에서는 파이썬을 활용해서 환경 교과와 융합한 몬테카를로 시뮬레이션을 개발하고 적용하여 학생들의 환경교육에 대한 이해를 돕고자 하였다.

## 3. 시뮬레이션 프로그램 개발

### 3.1. 시뮬레이션 프로그램 개요

본 연구에서 개발한 프로그램은 탄소 배출량에 따른 해수면 상승 과정을 주제로 몬테카를로 시뮬레이션을 활용하여 그 과정을 보여주는 프로젝트이다.

몬테카를로 시뮬레이션은 파이썬을 이용하여 랜덤워크와 난수를 기반으로 변화하는 해수면 높이를 시뮬레이션 하도록 하였고, 연 평균 해수면 상승 수치와 탄소 배출량에 따른 해수면 수치를 시각화하여 보여줄 수 있도록 하였다. 해수면 상승에 적용되는 변인은 여러 가지이며 이에 따라 해수면은 상승 및 하강을 반복한다. 이러한 해수면 변화에 영향을 미치는 요인 중 탄소 배출량은 가장 커다란 변인으로서, 본 시뮬레이션에서는 CO2 변수로 지정하고 CO2값에 따라 해수면 높이가 어떻게 달라지는지 시뮬레이션할 수 있다.

### 3.2. 개발 프로그램

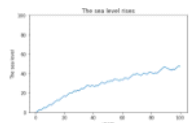
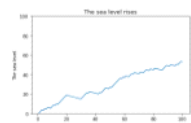
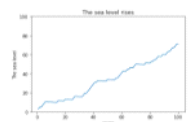
이 연구에서 개발한 프로그램은 탄소 배출량에 따라 몬테카를로 시뮬레이션 그래프를 직관적으로 파악할 수 있도록 작성되었고, CO2값에 따라 달라지는 실행 결과를 통해 해수면 상승의 경향성을 파악할 수 있다. (Fig.2)는 CO2가 1.0일 때 예상 해수면 높이를 시뮬레이션하는 부분이다.

```
# 예상 해수면 높이, 기능 정의
def randomWalk(stdev, pastLevel):
    year = [i for i in range(1,101)]
    The_sea_level = []
    level = pastLevel[-1]
    rising = 0.3 # 평균 해수면 상승값
    co2 = 1.0 # 탄소배출량에 따른 증가분
    for i in range(1,101):
        years = 1 if np.random.randint(0, 2) else -1
        level += years + rising * co2
        The_sea_level.append(level)
    return([year, The_sea_level])
```

(Fig.2) The definition Part of Expected Sea level rises according to CO2 value

(Fig.2)의 예상 해수면 높이를 시뮬레이션한 결과를 그래프로 나타내면 <Table 1>의 실행 예시와 같다.

<Table 1> Simulation of The Sea Level Rises

CO <sub>2</sub>	Execution result	average
1.0		15.30
2.0		26.60
3.0		45.89

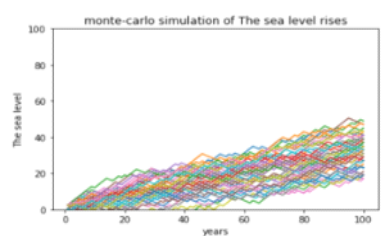
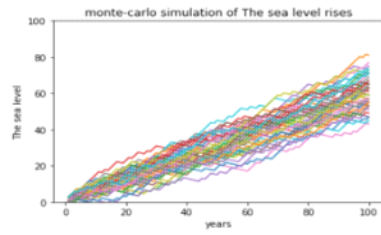
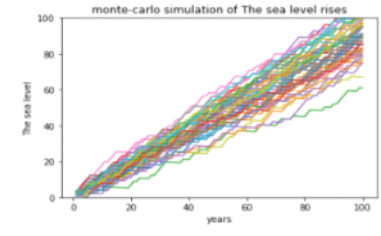
탄소 배출량에 따른 해수면 상승의 경향성을 파악하기 위하여 몬테카를로 시뮬레이션을 50번 반복하는 코드를 적용함으로써 그래프의 기울기를 통한 해수면 상

승을 시각적으로 표현하고자 하였다. 이를 위한 프로그램과 실행 결과는 각각 (Fig.3), <Table 2>과 같다.

```
# 시뮬레이션
for i in range(0,50):
    The_sea_level = randomWalk(sea_level, past_level)
    plt.plot(The_sea_level[0], The_sea_level[1])
plt.title("monte-carlo simulation of The sea level rises")
plt.xlabel("years")
plt.ylabel("The sea level")
plt.ylim(0,100)
```

(Fig.3) Visualization through Monte Carlo Simulation

<Table 2> Monte Carlo Simulation of The Sea Level Rises

CO <sub>2</sub>	Execution result
1.0	
2.0	
3.0	

시뮬레이션 결과 탄소 배출량이 현재의 수치를 유지할 때 100년 뒤에는 평균 20cm 해수면이 상승할 것으로 나타났으며, 탄소 배출량이 현재의 2배가 될 경우 평균 60cm, 3배가 되었을 경우 평균 80cm 해수면이 상승할

것으로 나타났다. 해양환경관리공단에 따르면 IPCC 4차 평가 보고서(AR4, 2007)에 근거하여 2100년 전 세계해수면이 평균 59cm 상승할 경우 여의도 면적의 11배가 달하는 49km<sup>2</sup>가 물에 잠기고 침수 인구는 약 1만 4천명을 기록한다는 게 해수면 상승 모의실험의 결과라고 한다. 본 연구를 통해 탄소 배출량에 따른 해수면 상승의 심각성을 파악할 수 있으며, 몬테카를로 시뮬레이션을 통해 미래의 불확실한 변동 상황을 주의 깊게 살필 수 있다.

#### 4. 타당성 검증

##### 4.1. 타당성 검증 과정

이 연구에서 개발한 환경교육 주제 몬테카를로 시뮬레이션 프로그램의 교육적 타당성을 검증하기 위해 전문가 집단에 의뢰하였다. 전문가 집단의 구성은 컴퓨터 교육 또는 과학·환경교육 박사학위 소지한 교사 5명, 석사학위를 소지한 교사 4명, 석사과정 재학 중인 교사 3명으로 구성되었다. 평가의 기간은 2022년 1월 12일부터 1월 16일까지 설정하였다. 평가를 위해 각 전문가들에게 유선 연락 후 이메일로 개발 자료와 타당성 검증도구를 제공하였다. 또한, 개발 자료만으로 타당성을 평가하기 어려운 항목에 대해서는 연구자에게 질의하도록 하였으며, 연구자는 추가 자료를 제공하여 객관적인 평가를 지원하였다.

<Table 3> List of Specialists

No	Major	Career	Academic background
A	C	5~10	Master of Education
B	C	1~5	Bachelor of Education
C	C	5~10	Bachelor of Education
D	C	1~5	Master of Education
E	C	5~10	Doctor of Education
F	C	5~10	Master of Education
G	C	1~5	Bachelor of Education
H	C	10~	Master of Education
I	S	10~	Doctor of Education
J	S	10~	Master of Education
K	S	10~	Doctor of Education
L	S	5~10	Doctor of Education

##### 4.2. 타당성 검증 도구

개발된 학습 자료의 타당도 검증을 위해 박광렬(2020)의 기존 연구에서 개발한 검사 도구[10]를 이 연구의 목적에 맞게 박사과정 2인과 3명의 교사 협의회를 거쳐 타당도 검사 도구를 수정하였다. 수정한 검사 도구 초안은 컴퓨터교육 교수 1인, 과학 및 환경교육 박사학위 출신 교사 3인의 검증을 받은 후 보완하여 완성하였다. 검사 도구는 총 9문항으로 교과 성취기준 일치성, 학습 자료의 적절성, 학습 자료의 수업 적용 가능성에 대한 평가를 목적으로 하였다. 검사 문항은 리커트(Likert) 5단계 척도를 사용하였다. 평가 영역과 평가 기준을 제시하면 <Table 4>와 같다.

<Table 4> Specific Items of Validation Tool

Area (number of question)	No.	Evaluation standard
Consistency with the Curriculum Achievement Standard	1	Does the developed curriculum meet the standards for achievement of SW education?
	2	Can the learning topic of the developed educational program be learned in connection with other subjects?
	3	Does the developed education program include the learning elements of SW education including CT (Computational Thinking)?
Appropriateness of education topic and learning material	1	Are the learning topics and materials appropriate for SW convergence education using Monte Carlo simulations?
	2	Is the training tool (Python) in the training program appropriate?
	3	Are the developed materials properly structured to help understand the simulation (Monte Carlo)?
Possibility of class application of learning materials	1	Do you think the difficulty level of this educational program is appropriate for high school students?
	2	Is the learning process systematically structured in the educational program?
	3	Is the education program suitable to be carried out as a convergence education in the field of education?

### 4.3. 타당성 검증 방법

타당성 평가 결과 분석을 위해서 Lawshe(1975)의 내용타당도 비율(Content Validity Ratio: CVR) 계산 공식 [9]을 활용하였다. Lawshe의 내용타당도 검증 도구는 비교적 오래되었으나 통계적 수치에 의해 타당성을 검증하는데 효과적이며, 관련 분야의 최근 선행연구에서도 빈번하게 사용되어 검증 도구로 채택하였다[9][11][12]. 내용타당도 비율은 특정 문항이 내용을 잘 또는 적절하게 측정한다고 응답한 비율을 선형적으로 변화시킨 값을 의미하며 그 공식은 다음 <Table 5>와 같다. 이 연구에서는 리커트 척도의 ‘매우 그렇다’에 해당하는 5점에 응답한 전문가의 빈도수를 Ne로 분석하였다. 본 연구에 참여한 전문가의 수는 12명이므로 Lawshe의 타당도 검증의 기준에 따라 CVR값이 0.56 이상인 항목이 내용타당도가 있다고 판단하였다.

<Table 5> Formula for Content Validity Ratio

$$CVR = \frac{Ne - N/2}{N/2}$$

Ne : 특정문항이 내용을 잘 측정한다고 응답한 수  
N : 전체 응답자수

## 5. 연구 결과

### 5.1. 타당성 검증 결과

이 연구에서 개발한 환경교육 주제 몬테카를로 시뮬레이션 프로그램에 대한 타당성 검사 결과를 평균, SD, CVR값으로 분석한 결과를 살펴보면 다음 <Table 6>과 같다.

<Table 6> Results of Validation

Area(number of questions)	No.	M	SD	CVR
Consistency with the Curriculum Achievement Standards	1	4.9	0.28	0.83
	2	4.9	0.28	0.83
	3	4.9	0.28	0.83

Appropriateness of education topic and learning material	4	4.9	0.28	0.83
	5	4.8	0.37	0.67
	6	4.9	0.28	0.83
Possibility of class application of learning materials	7	4.9	0.28	0.83
	8	4.8	0.37	0.67
	9	4.9	0.28	0.83

교육과정 성취기준과의 일치성, 교육주제와 학습 자료의 적절성, 학습 자료의 수업 적용 가능성의 모든 영역의 세부 평가 기준별 CVR값이 0.56 이상으로 타당하다는 결과를 얻을 수 있었다. 이는 이 연구에서 개발한 학습 자료가 교과 성취기준과 일치도가 높고 학습 자료가 적절하며 수업 적용 가능성이 크다고 판단할 수 있었다.

### 5.2 전문가들의 자유 기술 의견

전문가 집단 대상 양적인 타당성 검증과 별도로 자유 기술 의견을 수렴하였으며, 자유 기술 의견에 응답한 전문가 4명의 의견을 요약하면 <Table 7>과 같다.

<Table 7> Specialists' Opinions

A	It can be seen as having great educational significance as it can combine ecological transformation education and software education emphasized in the 2022 revised curriculum. It is expected to have an educational effect in that it visually expresses the results of sea level rise simulation using Python, a text-based programming language suitable for the subject of education.
	It is suitable for the achievement standards of information subjects, including [12 Information 04-10*].
B	[12 Information 04-10*] An algorithm designed to solve problems in various academic fields is implemented as a program, and efficiency is compared and analyzed.
	There is a question as to whether the developed program can participate in various activities as suggested in [12 Environment 04-06*].
C	[12 Environment 04-06*] Understand that sustainable society and individual life are closely

connected, and participate in various activities that create a sustainable society in terms of environmental justice and equity.

D The combination of environmental education and simulation is considered appropriate, but it is thought that sufficient learning about Monte Carlo should precede understanding of the justification for learners to learn in advance.

다수의 의견은 2022 개정 교육과정의 총론에서 강조하고 있는 환경교육과 소프트웨어교육을 융합하여 지도할 수 있어 교육적 가치가 크다는 의견이었다. 또한 환경 및 정보 교과와 성취기준과 잘 부합하여 현장에서 적용하기도 좋다는 의견을 주었다.

개선 의견으로는 본 연구의 활동은 환경교과의 성취기준 중 '[12환경04-06] 지속 가능한 사회와 개인의 삶이 밀접하게 연결되어 있음을 이해하고, 환경정의와 형평성의 측면에서 지속 가능한 사회를 만드는 다양한 활동에 참여한다.'라는 성취기준처럼 다양한 활동을 할 수 있는지 의문이 든다는 부분이 있었다. 이에 따라 지속 가능한 사회를 만드는 다양한 활동과 연결될 수 있도록 탄소배출량에 따른 해수면 높이를 시뮬레이션 하는데 그치지 않고, 생활 속에서 실천할 수 있는 탄소제로 쉼린지, 탄소발자국 절감을 위한 방안 찾아보기 등의 다양한 활동을 프로젝트 과제로 제공할 수 있도록 추가하였다. 또한 몬테카를로에 대한 충분한 학습이 선행되어야 한다는 의견이 있어서, 몬테카를로 시뮬레이션의 이해를 도울 수 있는 예제들을 교수학습에서 선행학습으로 제시할 수 있도록 수정 및 보완하였다.

## 6. 결론 및 향후 연구과제

본 연구에서는 향후 100년간의 해수면의 변화를 탄소 평균 배출량이 현재와 같거나, 더 높아졌을 때의 모습을 가정하여 랜덤워크를 기반으로 한 몬테카를로 시뮬레이션으로 비교하며 살펴보았다. 탄소 배출량이 현재의 수치를 유지할 때 100년 뒤에는 평균 20cm 해수면이 상승할 것으로 나타났으며, 탄소 배출량이 현재의 2배가 되면 평균 60cm, 3배가 되었을 경우 평균 80cm 해수면이 상승할 것으로 나타났다. 해양환경관리공단에 따르면 IPCC 4차 평가 보고서(AR4, 2007)에 근거하여 2100년 전 세계 해수면이 평균 59cm 상승할 경우 여의도 면적

의 11배가 달하는 49km<sup>2</sup>가 물에 잠기고 침수 인구는 약 1만 4천명을 기록한다는 게 해수면 상승 모의실험의 결과라고 한다[7].

본 연구를 통해 탄소 배출량에 따른 해수면 상승의 심각성을 파악할 수 있으며, 몬테카를로 시뮬레이션을 통해 미래의 불확실한 변동 상황을 주의 깊게 살필 수 있음을 알 수 있다. 더불어 사회적으로 중요한 화두로 떠오르는 환경 문제를 정보 교육과 융합하여 해결하며 융합 교육의 가치를 입증할 수 있을 것이다. 향후 연구에서는 실제로 정보 및 환경 교과를 융합하여 학교 현장에 적용하고, 환경에 대한 인식 변화는 물론 컴퓨팅 사고력의 향상 여부도 체계적으로 분석할 필요가 있다.

## 참고문헌

- [1] Ministry of Education.(2015). 2015 Revised Curriculum.
- [2] Ministry of Education.(2022). The results of the 2022 revised curriculum general study.
- [3] Ministry of Oceans and Fisheries.(2020). Over the past 30 years, the sea level in Korea has increased by 3.12mm every year. Press release 12-14. 1-4.
- [4] Jo, K.W., Kim, J.H, Jung, H.C.(2002). *A Study on the Changes and Effects of Sea Levels around the Korean Peninsula due to Global Warming*. Korea Environmental Policy Evaluation Institute.
- [5] Choi, J.S., Lee, K. H., Nam, J.S.(2015). A Ship Valuation Model Based on Monte Carlo Simulation. *Journal of Korea Port Economic Association*, 31(3), 1-14.
- [6] Kim, T.W.(2014). A Wilcoxon signed-rank test for random walk hypothesis based on slopes. *Journal of the Korean Data&Information Science Society*, 25(6), 1499-1506.
- [7] Department of the Environment.(2007). *Korean Climate Change Assessment Report-IPCC 4th Evaluation Report*.
- [8] Min, D.G.(2014). Economic Damage of Sea-level Rise and The Optimal Rate of Coastal Protection in the Korean Eastern Southern Areas.

*Environmental and Resource Economics Review*, 23(1), 21-42.

- [9] Song, J.B.(2021). Development and Validation of Artificial Intelligence Education on the Environmental Education Based on Unplugge. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 25(5), 847-857.
- [10] Kim, M.Y, Kim, S.W.(2020). The Effect of Scientific Problem-Solving Education using Physical Computing on Computational Thinking. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 20(8), 387-410.
- [11] Kim, H.U., Mun. S.Y.(2020). Development and Exploration Educational Application of Science Simulations for Projectile Motion utilizing ENTRY. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 20(16), 1395-1418.
- [12] Lee, J.H., Sohn, W.S., Hur, K., Ahn, S.H., Yoo, I.H., Bae, Y.K., Koo, D.H, Shin, S.K.(2021). A Delphi Study for the Direction to Design the Curriculum of Computer Education in Elementary School. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 25(1), 1-11.

## 저자소개

### 문 우 종



2019~ 제주대학교 컴퓨터교육전공  
박사과정  
관심분야: SW, AI 교육  
E-Mail: mwj1006@korea.kr

### 고 승 환



2021~ 제주대학교 초등컴퓨터교육전공  
석사과정  
관심분야: AI교육  
E-Mail : rhemddj00@korea.kr

### 부 용 호



2021~ 제주대학교 초등컴퓨터교육전공 석사  
관심분야: SW교육, 메이킹  
E-Mail: bu005@naver.com

### 박 예 진



2021~ 제주대학교 인공지능융합교육전공  
석사과정  
관심분야: SW · AI교육  
E-Mail: pmq1115@naver.com

### 김 종 훈



1999~ 현재 제주대학교 교수  
관심분야: 컴퓨터 교육  
E-Mail: jkim0858@jejunu.ac.kr