

기후변화가 스키 관광 수요에 미치는 영향: 기상요소의 비선형 효과를 중심으로

김은지* · 백승주** · 윤희연***†

*서울대학교 농업생명과학대학 생태조경·지역시스템공학부 / 대학원 융합전공 스마트시티 글로벌 융합 석사과정학생,

**서울대학교 협동과정 조경학 / 대학원 융합전공 스마트시티 글로벌 융합 박사과정학생,

***서울대학교 농업생명과학대학 조경·지역시스템공학부 교수

The impact of climate change on ski tourism demand: Focusing on the nonlinear effects of weather

Kim, Eunji* · Baek, Seungjoo** and Yoon, Heeyeun***†

*Master Student, Dept. of Landscape Architecture and Rural Systems Engineering, College of Agriculture and Life Sciences, Integrated Major in Smart City Global Convergence, Seoul National University, Seoul, Korea

**Ph.D. Student, Interdisciplinary Program in Landscape Architecture, Integrated Major in Smart City Global Convergence, Seoul National University, Seoul, Korea

***Professor, Dept. of Landscape Architecture and Rural Systems Engineering, College of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Seoul, Korea

ABSTRACT

The ski tourism industry, reliant on winter temperatures and snow, is highly vulnerable to climate change. Despite this, research on the impact of changing weather conditions on ski demand is limited. To address this, we analyzed the nonlinear effects of daily weather elements on ski tourism demand in South Korea from 2018 to 2019 using a generalized additive model and big data on ski resort credit card expenditures. The analysis results showed that maximum temperature and maximum new snow depth had nonlinear effects on ski expenditures, while precipitation had linear effects. Specifically, ski expenditures increased rapidly when the maximum temperature rose between -13°C and -4°C, maintained their peak value up to -2°C, and gradually decreased beyond that range. Additionally, they increased with maximum new snow depth from 0 cm to 1.2 cm and then decreased up to 4.8 cm. Increases in precipitation consistently reduced ski expenditures. Among these weather factors, temperature had the most decisive impact on tourists' choice of ski destinations. This study underscores the need for adaptation strategies to ensure sustainable tourism in the face of climate change and natural disasters. It reveals specific weather preferences in ski tourism and suggests further research to examine the impact of disasters and predict future changes in the tourism industry due to climate change.

Key words : Climate Change, Winter Tourism, Ski Industry, Tourism Demand, Generalized Additive Model

1. 서론

관광 산업은 지난 수십년간 전세계적으로 눈에 띄는 성장과 다양화를 이루었다(Glaesser et al., 2017). 세계여행관광협회에서 추산한 전세계 GDP에 대한 여행 및 관광

산업의 총 기여도는 2017년 기준 약 10.4%를 차지하였으며, 꾸준히 상승하여 2028년에는 11.7%에 도달할 것으로 예상된다(WTTC, 2018). 이에 따라 향후 경제 성장에 있어 관광 부문의 중요성은 더욱 증대될 전망이다.

관광 활동을 위해서는 적절한 기후가 필수적이다. 특히

†Corresponding author : hyoon@snu.ac.kr (1 Gwanak-ro, Gwanak-gu, Seoul 08826, Korea. Tel. +82-2-880-4876)

ORCID 김은지 0009-0007-9763-3734
백승주 0000-0001-9435-9804

윤희연 0000-0003-4446-7692

자연환경을 자원으로 활용하거나 계절의 이점을 이용하는 관광 분야는 기후에 더욱 민감하게 반응한다(Atzori et al., 2018; Cho et al., 2015; Toimil et al., 2018). 예를 들어 산지 관광은 기후와 밀접한 관계가 있는데, 온도, 일조량, 강수와 같은 기상요소가 걷기에 영향을 미치고 산악 활동 중 사고확률을 높일 수 있기 때문이다. 또한, 해수면 상승, 해일, 폭우 등으로 인한 해안 침식은 해수욕장 관광에 심각한 위협이 되고 있다. 이렇듯 기후변화에 대한 관광 산업의 높은 취약성에도 불구하고, 다수의 문헌에서 지적인 것과 같이, 변화하는 기후 조건에 따른 관광 수요 반응을 조사한 연구는 제한적이다(Gössling et al., 2012; Steiger et al., 2020).

스키 관광은 겨울철 기온과 눈에 크게 의존하기 때문에 기후변화에 특히 취약한 산업으로 제시되어 왔다(Kim et al., 2017; Yang and Cho, 2023). 기후변화로 인한 겨울철 기온 상승과 적설량 감소는 최근 우리나라 스키 산업에도 막대한 피해를 주고 있다. 이상 고온 현상이 나타난 2019년에는 대다수 스키장 개장일이 평년보다 일주일 가량 연기되었으며, 일부 스키장은 운영 비용 증가와 방문객 감소로 폐장에 이르기도 하였다(Cho et al., 2020).

관련 선행연구는 주로 기후변화로 인한 스키 시즌 감소에 집중되어 이루어졌으며(Dannevig et al., 2021; Heo and Lee, 2012; Kim et al., 2015; Scott et al., 2003; Steiger, 2010; Vorkauf et al., 2024), 온실가스 배출이 현재와 같은 추세로 증가하는 기후변화 시나리오(RCP 8.5)에서 자연설만을 활용할 경우, 대부분의 스키 리조트가 이번 세기 안에 운영할 수 없게 될 것이라고 예측되었다. 한편, Scott et al. (2020)은 기후변화로 인한 스키 시즌 단축이 반드시 방문객 감소로 이어지지 않음을 확인함으로써 스키 관광 수요를 규명하는 연구의 필요성을 시사하였다. 이와 관련하여 일부 선행연구에서는 스키 관광에 미치는 기후요소의 영향을 조사하고, 기온과 풍속이 낮고 적설량이 높을수록 티켓 판매량 및 방문객이 증가한다는 결과가 제시되기도 하였다(Shih et al., 2009; Song et al., 2014).

하지만 기후와 관광 수요의 관계를 밝히는 연구는 여전히 한정적이다. 특히, 기존 연구의 대부분은 관광 수요에 미치는 기후요소의 영향을 선형 관계로 가정하고 있는데, 실제 관광객의 선호는 단순히 기온과 강수량, 적설 등 날씨 조건에 비례하는 것이 아니라, 특정 구간에서 최대가 되는 비선형적 추이를 보인다고 알려져 있다(Kim et al., 2016; Steiger et al., 2020; Wilkins et al., 2018). 스키 관

광객 설문조사를 통해 수요 시뮬레이션을 진행한 Steiger et al. (2020)은 관광 수요가 기후 조건에 따라 점진적으로 변하지 않고 어떠한 순간에 급격히 변화할 가능성을 시사하기도 하였다. 해변 관광 부문에서는 카리브해 지역을 중심으로 최고기온, 평균상대습도, 운량, 강수량, 평균풍속의 구간별 비선형적 관광 선호도를 평가하고 통합한 HCI:Beach가 개발되어 관광 수요 예측에 활용되고 있다(Rutty et al., 2020; Zajch et al., 2022). 또한 기존 연구에서는 입장권 판매나 방문객 수만을 중심으로 분석하였는데, 이는 기후요소가 스키 산업에 미치는 경제적 영향을 포괄하지 못한다. 스키 관광에서는 장비 임대와 강습 비용 등 다양한 지출이 발생하며, 선행연구는 이를 종합적으로 고려하지 못하였다.

이러한 배경에서 본 연구에서는 신용카드 지출액 빅데이터를 활용하여 일별 기후요소가 스키 관광 수요에 미치는 영향을 분석하고자 한다. 연구의 시간적 범위는 자료의 완전성과 COVID-19 기간의 특이성을 고려하여 2018년부터 2019년까지로 설정하였다. 기후란 수시로 변화하는 기상요소들의 장기적 평균 상태를 의미하여, 기후변화 영향 연구는 10~20년의 연구 기간을 필요로 하나, 산업 시대 전 대비 현재 평균기온은 약 1°C 상승하였으며, 이러한 정도의 변화는 기상요소의 일편차로 경험 가능하다. 따라서 2년여의 기상요소 일편차에 따른 관광 수요 변화를 규명함으로써 기후변화의 영향을 일부 논의할 수 있다. 연구의 대상은 분석 기간 내 한국에서 운영한 16개 스키장 중 일별 지출액 자료를 활용할 수 있는 11개 스키장이다. 본 연구에서는 날씨 요소와 스키장 지출액의 관계를 보다 자세히 규명하기 위해 독립변수의 비선형 효과를 밝힐 수 있는 일반화가법모형(GAM: Generalized Additive Model)을 활용하였다. 종속변수는 스키장에서 발생한 일별 신용카드 관광지출액이며, 주요 독립변수는 일별 최고기온, 최심신적설, 평균풍속, 강수량과 한파특보, 대설특보, 강풍특보를 포함하는 기후요소로 설정하였다. 통제변수로는 스키 관광 수요에 영향을 미칠 것으로 예상되는 시기 요인, 개별 스키장 특성, 접근성 관련 지표를 포함하였다.

본 연구는 한국의 과반수 스키장을 대상으로 관광객 소비와 날씨 요소의 비선형 관계를 실증적으로 분석한다는 점에서 차별성을 가진다. 연구의 결과는 기후변화에 따른 미래 관광 수요를 예측하는 후속 연구와 지속 가능한 관광 산업 및 지역 경제 활성화를 목표로 하는 정책 결정에 가이드라인으로 활용될 수 있다.

2. 선행연구 고찰

2.1. 관광과 기후 조건

관광 활동에 기후가 중요한 영향을 미친다는 사실은 국내외 다수의 선행연구에서 공통적으로 입증되어 왔다. Scott et al. (2007)에 따르면, 날씨와 기후는 관광 활동 또는 휴가 경험의 본질적인 구성 요소로서 개인이 목적지 및 여행 시기를 결정할 때 핵심 요인으로 작용한다. 또한, Oh et al. (2017)는 기후 쾌적성이 한국의 국립공원 방문객 수에 직접적 영향을 미치는 요인임을 확인하고 향후 기후변화가 관광 산업 전반에 재구조화를 가져올 수 있음을 시사하였다.

한편 Dogru et al. (2019)에 따르면, 관광 산업은 타 경제 부문에 비해 기후변화에 더욱 민감하게 반응하며, 이러한 취약성은 관광 형태가 자연 및 기후 자원에 대해 높은 의존도를 가지는 경우 극대화될 수 있다. Kang and Hong (2019)과 Yun and Lee (2022)는 관광객이 주로 야외에서 활동하며 자연에 의존하는 실외형 관광지가 실내형보다 기후 및 대기오염에 대해 민감함을 밝혔다. 또한, 산악, 해변, 하이킹 등 실외형 관광에 미치는 기후의 영향을 조사한 여러 선행연구의 결과에 따르면, 다양한 기후요소가 이러한 관광 산업에 유의한 영향을 나타내었다(Kim and Heo, 2019; Kim et al., 2016; Martínez-Ibarra et al., 2019). Kim et al. (2017)과 Yang and Cho (2023)는 기후변화에 취약한 관광 부문으로 자연 자원을 활용하는 생태자연 지역축제, 스키장, 해수욕장, 골프 리조트를 제시하였으며, 기후변화 적응 정책 수립 시 이러한 산업이 우선적으로 고려되어야 함을 강조하였다. 이상의 선행연구 결과를 요약하면, 각 관광 분야에 적합한 기후 조건은 관광 활동에 있어 필수적이며, 특히 자연자원이나 계절적 이점을 활용하는 산업은 기후변화에 높은 취약성을 가진다.

2.2. 기후변화와 스키 관광

스키 관광 산업에 미치는 기후변화의 영향을 조사한 기존의 연구는 눈의 깊이와 기온을 기준으로 스키장 운영이 가능한 시즌의 길이를 평가하는 데 집중되었다. Scott et al. (2003)은 최초로 제설을 통합한 스키 시즌 시뮬레이션 모델 SkiSim을 제시하고 2020, 2050, 2080년대 스키 시즌 길이와 제설 요구량을 예측하였다. 이후 해당 시뮬레이션 모델에 적설과 녹는 눈의 양, 고도, 스키 운영자의 적응

능력, 제설에 따른 물 소비 등을 통합하여 기후변화에 따른 스키 시즌 손실과 제설 요구량을 밝히는 연구가 다수 이루어졌으며, 21세기 중반 이후에는 제설을 통한 스키장 운영이 한계에 도달할 것이라는 결과를 보였다(Dannevig et al., 2021; Steiger, 2010; Vorkauf et al., 2024).

한국에서 진행된 일부 선행연구에서는 지역별 기후 조건에 따른 제설 특징을 분석하고 미래 스키 산업을 전망하였으며, 화석연료와 비화석 에너지의 사용이 균형을 이룬다고 가정하는 기후변화 시나리오(A1B)에서 남부 지역의 스키장은 2071년부터 2100년까지 연간 한 달도 개장하지 못할 것이라는 결과를 제시하였다(Heo and Lee, 2010, 2012). 또한, Kim et al. (2015)은 스키 리조트 운영자를 대상으로 실시한 인터뷰를 활용하여 스키 시즌 길이와 운영 가능성을 평가하였고, RCP 8.5 하에서 2090년대에는 모든 국내 스키장이 100일 이상의 운영일을 유지할 수 없게 될 것이라 예측하였다.

이러한 선행연구에서 다루어 온 바와 같이 기후변화에 의해 스키 산업에 발생할 공급 측면의 위협을 전망하는 것도 중요하지만, 변화하는 기후 조건에서 스키장에 대한 수요를 평가하는 것 또한 지속 가능한 적응 전략을 탐색하기 위해 필수적이다. 미국 미시간주의 스키 리조트 티켓 판매량과 기후의 관계를 조사한 Shih et al. (2009)의 결과에 따르면, 스키장이 위치한 지역의 일별 최저기온이 낮고 적설량이 높을수록 스키 관광 수요가 증가하는 것으로 나타났다. 또한, Song et al. (2014)는 최고기온과 평균 풍속이 낮아질수록 방문객 및 매출액이 증가함을 밝히고, 지역경제 파급효과를 추정하였다. Scott et al. (2020)은 SkiSim 2.0에 관광객 행동 양식을 결합하였으며, 시즌 감소에도 불구하고 경쟁 감소와 시장 개발 등으로 인해 스키장 방문이 증가할 수 있음을 확인하였다. 이와 유사하게 설문조사를 통해 수요 시뮬레이션을 진행한 Steiger et al. (2020)의 결과는 설질이 스키 관광의 목적지 선택에서 가장 중요한 요소임을 나타내었다.

지금까지 검토한 것과 같이 기후변화가 스키 관광 산업에 미치는 영향은 다각도에서 분석되고 있으나, 기상 조건에 의한 관광 수요 반응을 밝히는 연구는 한정적이다(Cho et al., 2020; Gössling et al., 2012; Steiger et al., 2020). 또한, 기존의 관광 수요 관련 연구에서는 대부분 기후요소가 입장권 판매나 방문객 수에 미치는 영향을 선형적 관계로 가정하고 분석하였다(Kang and Hong, 2019; Kim and Heo, 2019; Oh et al., 2017; Shih et al., 2009;

Song et al., 2014; Yun and Lee, 2022). 하지만 일부 선행 연구에서 지적한 것과 같이 기온과 강수량, 적설 등 기후 조건은 단순히 높거나 낮을수록 관광에 유리한 것이 아니며, 관광객의 수요가 최대화되는 적정 구간이 존재한다 (Kim et al., 2016; Steiger et al., 2020; Wilkins et al., 2018). 따라서 비선형 효과를 염두에 두고 분석을 수행할 필요가 있다. 또한 스키 관광은 입장권 외에도 장비 임대, 강습 비용과 같은 다양한 지출을 요구하기 때문에, 산업의 미래를 전망하기 위해 종합적인 수익 측면 또한 고려되어야 한다.

따라서 본 연구에서는 비선형 효과를 가정하여 스키 관광 수요에 미치는 기후요소의 영향을 분석하였으며, 신용카드 빅데이터를 통해 관광객의 실질적 소비 변화를 규명하였다는 점에서 차별성을 갖는다. 또한, 소수의 스키장을 대상으로 하는 사례조사가 아닌 국내 과반수 스키장을 연구 범위에 포함하여 관광 수요 반응을 밝히는 최초의 연구라는 점에서 의의가 있다.

3. 방법론

3.1. 연구 범위

본 연구에서는 2018년부터 2019년까지 대한민국에서 운영한 스키장을 대상으로 기후요소에 따른 일별 스키 관광 수요를 분석하였다. 국내 스키 산업은 1975년 강원도 평창군에서 처음 시작되어, 2000년대 후반에는 전국적으로 약 20개 스키장이 운영되며 대표적인 겨울철 관광으로서 주목을 받았다. 스키 관광객 역시 2010년대 초반까지 꾸준히 증가하였고, 평창 동계올림픽이 확정된 2011년 겨울 686만 명으로 정점을 찍었다. 하지만 이후 급격한 고령화, 실내 스포츠의 다양화, 그리고 기후변화로 인해 한국의 스키 인구는 눈에 띄는 하락세를 보이고 있다(Fig. 1(a) and Fig. 1(b)). 특히, 기후변화로 인한 겨울철 적설량 감소는 최대 11월부터 3월까지 이루어지던 기존 스키 관광 시즌을 단축하고 설질을 유지하기 위한 비용을 높이는 등 스키장 운영 측면에서도 부정적 영향을 미쳤다(Fig. 1(c) and Fig. 1(d)). 결국 방문객이 감소하고 운영 비용을 감당

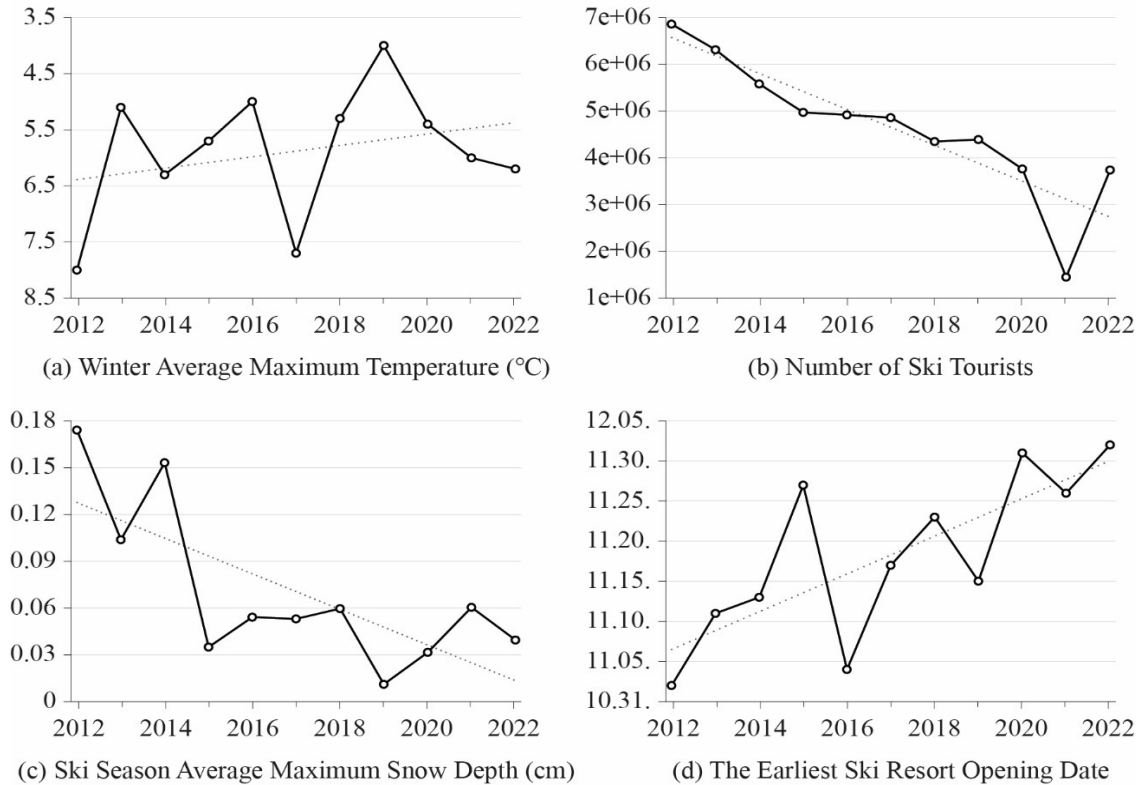


Fig. 1. Changes in climate and the ski tourism industry from 2012 to 2022

하지 못한 일부 스키장은 폐장에 이르기도 하였다(Cho et al., 2020).

연구 기간 동안 한국에서 운영된 스키장은 강원도 9개, 경기도 5개, 경상남도과 전라북도에 각 1개로, 총 16개이다(Fig. 2). 스키 관광 수요를 대표하는 자료로는 한국관광 데이터랩의 빅데이터 신용카드 관광지출액을 활용하였다. 해당 자료에서는 스키장이 위치한 지역 중 9개 지방자치단체의 스키장 지출액을 추출하였다. 이에 따라 평창군의 3개 스키장을 포함하여 11개 개별 스키장을 연구의 대상으로 선정하였다. 연구의 시간적 범위는 지출액 자료 가용성을 고려하여 2018년부터로 설정하였다. 2020년에는 COVID-19가 유행하며 스키장 입장 인원과 리프트 및 슬로프 이용이 제한되기 시작하였다. 따라서 이후 자료는 기후요소보다 전염병 유행 상황과 방역 조치의 영향을 크게 받아 분석의 신뢰성을 떨어뜨릴 것으로 판단하였고, 최종 연구 기간은 2018년부터 2019년 중 스키 관광이 가능한 1월부터 3월, 그리고 11부터 12월이다.

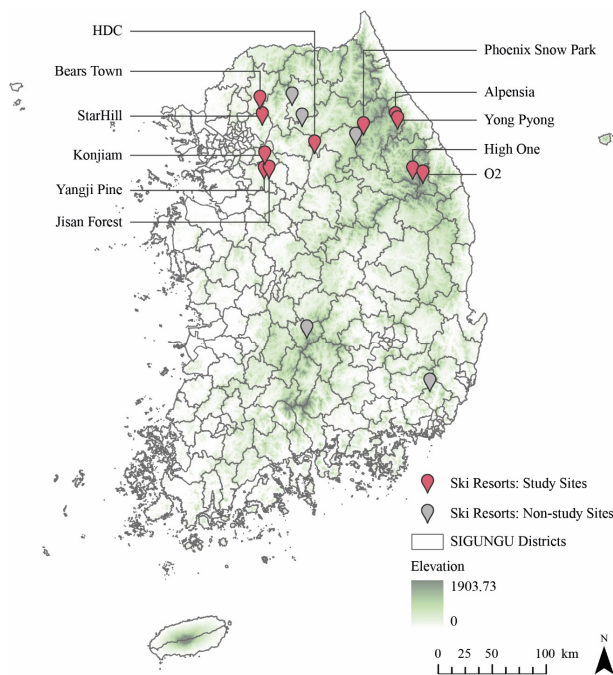


Fig. 2. Study site

3.2. 자료 및 변수

본 분석에서 사용한 변수의 정의는 Table 1과 같다. 종속변수로는 한국관광공사의 한국관광 데이터랩에서 제공하는 기초지자체별 빅데이터 신용카드 내국인 스키장 지

출액으로 설정하였다(*Ski Expenditure*). 신용카드 관광지출액은 2018년부터 비씨카드와 신한카드의 일별 데이터를 관광업종에 따라 분류한 자료이다. 이는 일부 신용카드 이용객이 해당 날짜에 사용한 업종별 총 지출액으로, 정확한 소비의 목적이나 실제 사용 주체는 알 수 없지만 일 단위 지역 관광 소비의 추이를 각 항목에 따라 확인할 수 있어 여러 선행연구에서 활용되었다(Choi, 2024; Yang and Kim, 2021; Yoo et al., 2023). 스키장 분류 관광지출액은 스키장 및 스키리프트를 운영하는 산업활동에서 방문객이 신용카드로 지불한 소비액을 의미하며, 스키 강습과 장비 임대 등의 비용을 포함한다(Choi et al., 2020). 한국관광 데이터랩에서는 연구 기간 내 스키장이 운영된 14개 지자체 중 강원도 원주시, 정선군, 태백시, 평창군과 경기도 광주시, 남양주시, 용인시 처인구, 이천시, 포천시 등 9개 지역의 스키장 지출액을 공개하고 있다. 단 하나의 스키장을 포함하는 다른 지자체와 달리 평창군에는 3개의 스키장이 위치한다. 본 연구에서는 관광지별 월 단위 입장객 수를 집계하는 문화체육관광부 주요관광지점 입장객 통계를 기반으로, 평창군 소재 3개 스키장의 월별 입장객 수에 따라 가중치를 적용하여 개별 스키장 지출액을 추정하였다.

주요 독립변수로 사용한 기후요소는 날씨 요소와 기상특보로 나누어진다. 날씨 요소는 최고기온, 최저심적설, 평균 풍속, 강수량으로 구성된다(*Temp_max*, *Snowdepth_new*, *Wind_avg*, *Precipitation*). 기온 변수로는 스키장 활동이 주로 낮 시간에 이루어진다는 점과 기온 관련 지표 중 최고기온이 스키 관광 수요에 가장 높은 설명력을 갖는다는 Song et al. (2014)의 결과를 고려하여 일최고기온을 활용하였다. 최저심적설은 해당 일자에 24시간 동안 새로 쌓인 눈의 깊이를 말한다. Lee et al. (2022)의 사례연구에 따르면, 관측되지 않은 임의 지점의 기상 자료를 구축할 때 가까운 관측소의 관측치보다 공간통계 보간법을 통해 추정된 값을 사용하는 것이 평균적으로 더욱 정확하다. 따라서 본 연구의 날씨 요소는 기상청 기상자료개방포털의 종관기상관측 일별 자료를 보간하여 활용하였다. 보간에 사용된 역거리가중(IDW: Inverse Distance Weighting) 기법은 가까운 거리의 관측소에 상대적으로 큰 가중치를 두어 관심 지점에 대한 값을 지정하며, 계산 과정이 비교적 간단하고 정확도가 높다고 알려져 있다(Kim et al., 2020; Kuo et al., 2018; Masoudi, 2021). IDW 보간 시 power는 거리에 따른 가중치 차이의 정도를 결정하는 매개변수로서, 값이 증가할수록 멀리 떨어진 관측치의 영향

Table 1. The description of variables

Classification		Name	Definition	Source	Collection date
Dependent Variable		<i>SkiExpenditure</i>	Domestic credit card ski resort expenditure (thousand won)	Korea Tourism Data Lab, Credit Card Tourist Expenditure	2024.01.
Independent Variable	Weather	<i>Temp_max</i>	Daily maximum temperature (°C)	Meteorological Data Open Portal, ASOS	2024.01.
		<i>Snowdepth_new</i>	Daily maximum new snow depth (cm)		
		<i>Wind_avg</i>	Daily average wind speed (m/s)		
		<i>Precipitation</i>	Daily total precipitation (mm)		
	Weather Alert	<i>WA_cold</i>	0: Cold wave alert not effective 1: Cold wave alert effective	Meteorological Data Open Portal, Weather Alerts	2024.01.
		<i>WA_snow</i>	0: Heavy snow alert not effective 1: Heavy snow alert effective		
		<i>WA_wind</i>	0: High wind alert not effective 1: High wind alert effective		
	Period	<i>Holiday</i>	0: Weekday 1: Weekend and public holidays	Self-compiled	2024.02.
		<i>Olympic</i>	0: Pre-Olympic period 1: During the Olympic period 2: Post-Olympic period 3: 2018/2019 ski season 4: Winter of 2019		
		<i>Season_segment</i>	0: Early season 1: Winter holidays 2: Peak season 3: Late season 4: Off season		
Ski Resort	<i>Slope</i>	Number of slopes	Official Websites of Ski Resorts	2024.03.	
	<i>Shuttle_stop</i>	Number of shuttle bus stops in the metropolitan area			
	<i>Accommodation</i>	Number of accommodation facilities within a 24 km radius, divided by 10	Ministry of the Interior and Safety, Accommodation Industry	2024.03.	
Accessibility	<i>Dist_HSR</i>	Distance to the nearest High-Speed Rail (HSR) station (km)	National Transport Information Center, National Standard Node-Link	2024.07.	
	<i>Dist_highway</i>	Distance to the nearest highway (km)			

이 감소한다. IDW 보간의 정확도는 power 조정을 통해 향상될 수 있으므로 최적의 power를 찾을 필요가 있으며, 이 값은 모든 양의 실수가 될 수 있지만 일반적으로 합리적인 결과는 0.5~4 사이일 때 나타난다(Amadu et al., 2022; Chen and Liu, 2012). 이에 따라 본 연구에서는 0.5, 1, 2, 3, 4 중 각 날씨 요소 변수에 대해 평균 제곱근 오차 (RMSE: Root Mean Squared Error)를 최소화하는 power를 결정하였으며, 검증에 위해 연구 기간 내 일별 자료가 누락되지 않은 방재기상관측 및 공항기상관측 지점의 데이터를 대조군으로 활용하였다.

기상특보 변수는 겨울철 관광에 영향을 미치는 한파특보, 대설특보, 강풍특보를 포함하는 더미변수이다(WA_cold, WA_snow, WA_wind). Ju and Kim (2018)에 따르면, 대부분의 스키장 방문객은 9시부터 12시까지 리조트에 도착하여 18시에서 21시 사이에 집(숙소)을 향해 출발하는 것으로 나타났다. 이에 따라 9시 이전에 해제되거나 21시 이후 발효된 기상특보는 해당 날짜의 스키 관광 지출에 미치는 영향이 미미할 것으로 판단하여, 9시에서 21시까지 각 특보가 발효되면 1, 그렇지 않으면 0으로 설정하였다.

통제변수에는 스키 관광 수요에 영향을 미칠 수 있는 시기 요인, 개별 스키장 특성, 접근성 관련 요인이 포함된다.

시기에 관한 요인은 휴일 여부, 올림픽 기간, 스키 시즌에 따라 각각의 더미변수로 설정하였다(Holiday, Olympic, Season_segment). 이 중 올림픽 기간은 2018년 1월 1일부터 평창 동계올림픽 개막 이전까지, 2월 9일부터 17일 간의 올림픽 진행 기간, 폐막 이후 해당 스키 관광 기간의 종료일인 3월 31일까지, 다시 스키 관광이 시작되는 2018년 11월부터 2019년 3월, 그리고 2019년 11월부터 12월 까지의 기간으로 구분된다. 또한, 스키 시즌은 크리스마스, 새해 연휴와 방학 기간이 방문객과 수익 측면에서 스키 산업에 핵심적인 역할을 한다는 점과 국내 스키장의 성수기 및 비수기 지정 기준을 종합적으로 고려하여 설정하였다(Scott et al., 2003; Steiger, 2010). 이에 따라 본 연구에서는 11월부터 크리스마스 직전 목요일까지의 기간을 시즌 초기, 크리스마스 직전 금요일부터 1월 첫째 주 토요일은 겨울 연휴, 1월 첫 주 일요일부터 설 연휴 주간의 토요일까지는 성수기, 이후 3월의 첫번째 토요일까지는 시즌 후반, 그리고 3월의 남은 기간을 비수기로 정의하였다.

개별 스키장 특성은 기존 선행연구에서 높은 유의성을 보인 스키장 선택속성으로 슬로프 수와 교통 접근성이 제시되고 있음을 고려하였다(Ahn et al., 2016; Kim and

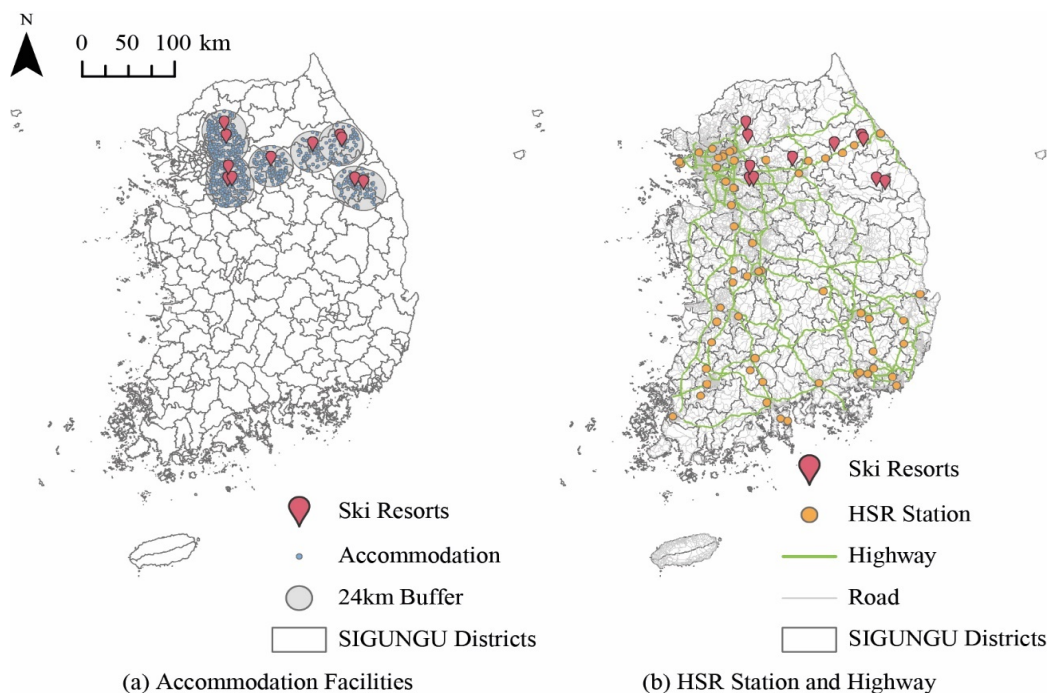


Fig. 3. Accommodation and accessibility (HSR station and highway)

Kang, 2020). 이에, 각 스키장이 보유한 슬로프 수와 수도권으로 운행하는 셔틀버스의 정류장 수, 그리고 스키장 근처의 숙박시설 수로 변수를 구성하였다(*Slope*, *Shuttle_stop*, *Accommodation*). Kwon and Kim (2015)에 따르면, 관광 수요는 출발지에서 목적지까지의 이동시간이 약 12분 이내일 때 증가한다. 이러한 결과에 2018년부터 2019년 도로 평균 통행속도 약 60 km/h를 적용하면, 목적지로부터 반경 12 km 이내에 숙소가 위치할 때 관광 수요가 최대임을 알 수 있다(Gyeonggi Traffic Information Center, 2019). 하지만 산지에 위치하여 근처 시설 밀도가 높지 않은 스키장의 입지적 특징과 다른 관광에 비해 더욱 비일상적인 계절형 관광의 성격을 고려하여, 본 연구에서는 스키 수요에 대한 영향을 보다 일반적으로 통제하기 위해 2배수인 24 km 반경을 기준으로 스키장 근처의 숙박시설 수를 산정하였다(Fig. 3(a)). 숙박시설 구축에는 전국 56,375개 숙박시설의 인허가 및 폐업 일자, 주소, 좌표 정보를 제공하는 행정안전부의 숙박업 자료를 활용하였다.

접근성 관련 변수로는 각 스키장에서 가장 가까운 고속철도 정차역, 고속도로까지의 거리를 사용하였다(*Dist_HSR*, *Dist_highway*). 해당 변수는 국가교통정보센터에서 제공하는 표준노드링크 도로망을 기반으로 하였으며, ArcGIS Pro의 네트워크 분석 도구 Closest Facilities를 통해 추출

한 도로 이동 거리로 구축되었다(Fig. 3(b)).

3.3. 분석 모형

본 분석에서는 일반화가법모형(GAM: Generalized Additive Model)을 활용하였다. GAM은 비선형 관계에 있는 변수 사이의 영향을 분석할 수 있도록 일반화선형모형을 확장한 통계 방법이다(Hastie and Tibshirani, 1986). 특히, 이는 전체 혹은 일부 독립변수가 종속변수에 미치는 비선형적 영향을 평활함수를 통해 추정하여 예측의 정확성을 높이며, 다양한 현상을 설명하는 회귀분석에 광범위하게 적용될 수 있다는 이점을 가진다. 본 연구에서는 기후 조건이 스키 관광 수요에 미치는 영향을 보다 상세하게 분석하고자, 3차 회귀 스플라인 방법을 활용하여 날씨 요소의 비선형 효과를 살펴보았다. 3차 회귀 스플라인은 공변량 값 전체에 걸쳐 지정된 수의 매듭을 고르게 분포하여 평활함수를 형성하는 방법이다(Wood, 2017). 분석에서 종속변수로 사용된 스키장 지출액은 양의 방향으로 치우친 감마 분포 형태를 띠고 있다(Fig. 4). 따라서 감마 분포 계열의 로그 링크 함수를 적용하여 GAM 분석을 수행하였다(Yoon, 2019). 최종적으로 본 연구에서 사용한 모형의 추정식은 (1)과 같으며, 종속변수는 i 스키장에서 t 일에 집계된 신용카드 관광지출액이다.

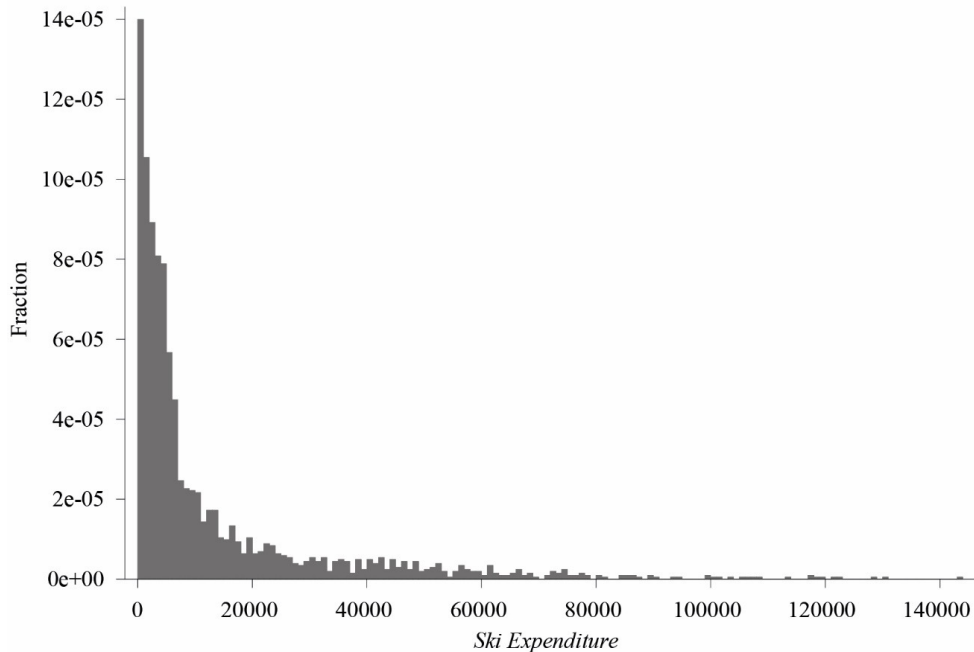


Fig. 4. Distribution of the ski resort expenditure

$$\begin{aligned}
& \ln(E(SkiExpenditure_{it})) \\
& = \beta_0 + f_1(Temp_max_{it}) + f_2(Snowdepth_new_{it}) \\
& + f_3(Wind_avg_{it}) + f_4(Precipitation_{it}) + \beta_1 WA_cold_{it} \\
& + \beta_2 WA_snow_{it} + \beta_3 WA_wind_{it} + \beta_4 Holiday_{it} \\
& + \sum_{k=1}^4 \beta_{k+4} Olympic_{kt} + \sum_{k=1}^4 \beta_{k+8} Season_segment_{kt} \\
& + \beta_{13} Slope_i + \beta_{14} Shuttle_stop_i + \beta_{15} Accommodation_{it} \\
& + \beta_{16} Dist_HSR_{it} + \beta_{17} Dist_highway_{it}
\end{aligned} \tag{1}$$

4. 연구 결과

4.1. 기초통계 및 모형 검정

날씨 요소 변수 구축을 위해 power 0.5, 1, 2, 3, 4에 대해 IDW 보간 후 RMSE를 산출한 결과는 Table 2와 같다. RMSE를 최소화하는 power는 최고기온과 강수량에서 3, 최심신적설 0.5, 평균풍속에 대해 1인 것으로 나타났다. 이에 따라 각 날씨 요소의 최적 power를 적용하여 종관기 상관측 자료를 보간하고, 개별 스키장 지점에서 추출한

Table 2. RMSE calculation results after IDW interpolation by power

Power	<i>Temp_max</i>	<i>Snowdepth_new</i>	<i>Wind_avg</i>	<i>Precipitation</i>
0.5	1.36	1.08	0.70	5.77
1	1.29	1.15	0.69	5.33
2	1.19	1.29	0.71	4.80
3	1.18	1.34	0.76	4.77
4	1.20	1.35	0.81	4.88

Table 3. Descriptive statistics and VIF

Variable	Mean	Std. Dev.	Min.	Max.	VIF
<i>SkiExpenditure</i>	13447.92	19822.52	1.36	143831.00	-
<i>Temp_max</i>	4.11	5.12	-12.97	19.76	1.63
<i>Snowdepth_new</i>	0.85	1.67	0.00	8.70	1.21
<i>Wind_avg</i>	1.79	0.94	0.43	7.25	1.41
<i>Precipitation</i>	0.65	2.75	0.00	28.09	1.10
<i>WA_cold</i>	0.24	0.43	0	1	1.29
<i>WA_snow</i>	0.06	0.23	0	1	1.11
<i>WA_wind</i>	0.04	0.20	0	1	1.17
<i>Holiday</i>	0.36	0.48	0	1	1.02
<i>Olympic</i>	2.45	1.36	0	4	1.17
<i>Season_segment</i>	1.69	1.17	0	4	1.17
<i>Slope</i>	12.72	6.59	6	28	1.30
<i>Shuttle_stop</i>	32.95	24.27	0	65	1.52
<i>Accommodation</i>	69.70	35.80	34.40	167.80	1.53
<i>Dist_HSR</i>	50.65	37.27	12.96	132.59	3.52
<i>Dist_highway</i>	17.89	21.13	2.50	68.12	3.73

값을 변수로 활용하였다.

Table 3은 실증분석을 위해 이용한 변수들의 기초통계량이다. 본 연구에서 활용한 GAM은 주로 비선형 관계 분석에 사용되기 때문에 독립변수 간 높은 상관성으로 나타나는 다중공선성 문제를 중요하게 고려하지 않기도 한다. 그러나 본 연구에서는 일부 변수의 선형 효과를 포함하기 때문에, 모형을 추정하기 이전에 분산팽창계수(VIF: Variance Inflation Factor)를 통해 다중공선성을 검정하였다(Park et al., 2017; Wahid et al., 2021). 일반적으로 5 이상의 VIF를 가지는 변수가 포함된 회귀 분석에 대해 다중

공선성 문제를 제기할 수 있다. 따라서 본 연구는 모든 변수의 VIF가 5 미만임을 확인함으로써 모형의 과대 추정을 방지하고자 하였다.

4.2. 기후요소

스키장 지출액에 대한 GAM 분석 결과는 Table 4와 같다. 모형에서 평활항으로 사용한 날씨 요소 중 기온, 강수량, 적설은 스키장 지출액에 유의한 영향을 미쳤으며, 유효자유도(edf: effective degrees of freedom)는 최고기온 5.85, 최심신적설 4.68, 강수량 1.01이다. 즉, 최고기온과

Table 4. GAM analysis results on ski tourism expenditure

Classification	Variable	Coefficient / edf	p-value
Parametric Terms	Intercept	4.85 (0.15)	0.00***
	<i>WA_cold</i> ₁	-0.13 (0.07)	0.05*
	<i>WA_snow</i> ₁	-0.15 (0.10)	0.13
	<i>WA_wind</i> ₁	0.04 (0.13)	0.77
	<i>Holiday</i> ₁	0.85 (0.04)	0.00***
	<i>Olympic</i> ₁	0.18 (0.10)	0.09*
	<i>Olympic</i> ₂	0.38 (0.13)	0.00***
	<i>Olympic</i> ₃	0.03 (0.07)	0.61
	<i>Olympic</i> ₄	-0.03 (0.09)	0.79
	<i>Season_segment</i> ₁	0.79 (0.07)	0.00***
	<i>Season_segment</i> ₂	0.61 (0.07)	0.00***
	<i>Season_segment</i> ₃	0.08 (0.08)	0.32
	<i>Season_segment</i> ₄	-1.65 (0.11)	0.00***
	<i>Slope</i>	0.05 (0.00)	0.00***
	<i>Shuttle_stop</i>	0.01 (0.00)	0.00***
	<i>Accommodation</i>	0.01 (0.00)	0.00***
	<i>Dist_HSR</i>	0.06 (0.00)	0.00***
	Smooth Terms	<i>f(Temp_max)</i>	5.85
<i>f(Snowdepth_new)</i>		4.68	0.05*
<i>f(Wind_avg)</i>		4.92	0.13
<i>f(Precipitation)</i>		1.01	0.00***
Summary and Goodness-of-fit	Observations	2,029	
	Adjusted <i>R</i> ²	0.53	
	Deviance explained	57.1%	

Standard errors in parentheses

*** p < 0.01, ** p < 0.05, * p < 0.1

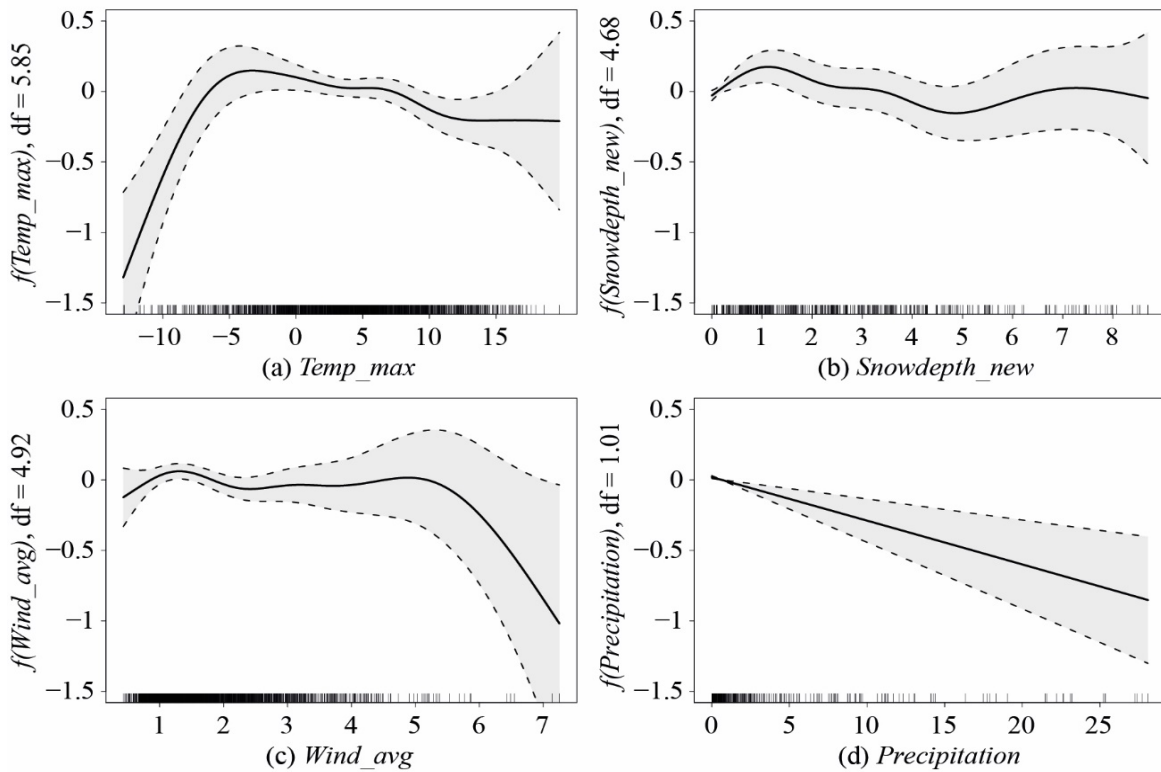


Fig. 5. The effect of weather on ski tourism expenditure

최심신적설은 스키장 지출액과 비선형 관계, 강수량은 선형 관계를 가지는 것으로 나타났다. 이러한 평활함수 적합 결과는 Fig. 5와 같다.

평활함수에 따르면 약 -13°C 에서 -4°C 까지의 구간에서 최고기온이 상승함에 따라 스키장 지출액이 빠르게 증가하며, 이후 -2°C 에 이르기까지 최댓값을 유지하다가 그 이상의 구간에서 다시 완만하게 감소한다. 그러나 약 12°C 부터는 95% 신뢰구간이 넓어, 이러한 감소의 통계적 유의성은 검증할 수 없다. 또한, 스키장 지출액은 최심신적설이 0 cm부터 1.2 cm에 달할 때 증가하며, 약 4.8 cm까지 감소한다. 이후 증가와 감소를 반복하지만, 신뢰구간이 넓어져 통계적 유의성이 검증되지 않았다. 스키장 지출액과 비선형 관계를 갖는 최고기온, 최심신적설과 달리 강수량의 증가는 모든 구간에서 스키장 지출액의 감소를 설명하여 부(-)의 선형 관계를 가지는 것으로 나타났다. 이는 관광객이 강수의 존재만으로 실외 관광을 기피하는 경향이 있다는 선행연구의 결과와 일치한다(Kang and Hong, 2019; Martínez-Ibarra et al., 2019; Yun and Lee, 2022).

기상특보 변수 중에서는 한파특보만이 스키 관광 수요에

유의한 영향을 미쳤다. 한파특보가 발효될 경우 그렇지 않은 날보다 스키장 지출액이 13% 감소하였다($WA_{cold_1} : Coeff. = -0.13, p\text{-value} = 0.05$). 또한 평활함수 추정 결과를 살펴보면, 본 연구의 범위에서 스키장 지출액은 날씨 요소 중 최고기온에 의해 가장 큰 범위에서 변화하는 것으로 나타났다. 이러한 결과를 종합하였을 때, 관광객들이 스키 관광을 선택함에 있어 대부분 날씨 요소의 영향을 받지만, 그중에서도 기온을 더욱 중요하게 인식한다고 판단할 수 있다. 이는 여러 선행연구에서 제시하였듯이, 기상요소 중 기온 관련 변수가 관광 활동에 가장 결정적임을 확인하는 결과이다(Kang and Hong, 2019; Wilkins et al., 2018).

한편, 풍속은 기온, 적설, 강수량과 달리 날씨 요소와 기상특보 모두 스키장 지출액에 미치는 영향이 유의하지 않은 것으로 나타났다($f(Wind_{avg}) : p\text{-value} = 0.13; WA_{wind_1} : Coeff. = 0.04, p\text{-value} = 0.77$). 이는 관광객들이 스키 관광을 선택할 때 기후를 주요한 결정 요인으로 인식하고 있지만, 바람의 강도에 대해서는 크게 고려하지 않음을 의미한다(Li et al., 2017; Scott et al., 2007).

4.3. 기타 요인

기후요소 외 기타 통제변수 중 대부분이 통계적 유의성을 나타내었다. 먼저, 시기 요인에 대하여 해당 날짜가 휴일인 경우, 그렇지 않을 때보다 스키장 지출액이 약 85% 증가하였다($Holiday_1 : Coeff. = 0.85, p\text{-value} = 0.00$). 평창 동계올림픽 개막 이전에 비하여 올림픽 진행 기간과 올림픽 폐막 직후에는 통계적으로 유의한 스키장 지출액 증가가 나타났다($Olympic_1 : Coeff. = 0.18, p\text{-value} = 0.09$; $Olympic_2 : Coeff. = 0.38, p\text{-value} = 0.00$). 그러나 평창 동계올림픽의 지출액 증가 효과는 올림픽이 개최된 해당 시즌에 그쳤으며, 이러한 결과는 올림픽과 같은 대규모 행사로 인해 관광 산업에 대한 관심이 향상될 수 있지만, 이러한 효과가 지속적이지 않음을 시사한다. 스키 시즌 구분에 따라 시즌 초반과 비교하면, 스키장 지출액은 크리스마스 및 새해의 겨울 연휴 기간에 79%, 방학과 설 연휴를 포함하는 성수기에 61%만큼 증가하였다($Season_segment_1 : Coeff. = 0.79, p\text{-value} = 0.00$; $Season_segment_2 : Coeff.$

$= 0.61, p\text{-value} = 0.00$). 반면, 3월의 첫번째 일요일부터 시즌 종료까지의 비수기에는 스키장 지출액이 크게 감소하는 것으로 나타났다($Season_segment_4 : Coeff. = -1.65, p\text{-value} = 0.00$). 이에 따라 한국의 스키 관광 산업에서 크리스마스부터 설 연휴까지의 기간이 중요한 경제적 영향력을 가지며, 향후 이 기간의 방문객 및 수익 감소, 운영일 손실은 다른 시기에 비해 더욱 치명적일 것으로 예측할 수 있다.

개별 스키장 특성에 관하여, 각 스키장이 보유한 슬로프 수와 수도권으로 운행하는 셔틀버스의 정류장 수는 지출액에 정(+)의 영향을 미쳤다($Slope : Coeff. = 0.05, p\text{-value} = 0.00$; $Shuttle_stop : Coeff. = 0.01, p\text{-value} = 0.00$). 또한, 인근 숙박시설 수가 10개 늘어남에 따라 스키장 지출액은 약 1% 증가하였다($Accommodation : Coeff. = 0.01, p\text{-value} = 0.00$). 이는 스키장의 시설 재원이 풍부하고 교통 접근성이 높을수록 관광 만족과 방문의도에 긍정적 영향을 미친다는 선행연구에 부합하는 결과이다(Ahn et al., 2016; Kim and Kang, 2020; Lee et al., 2017; Wang

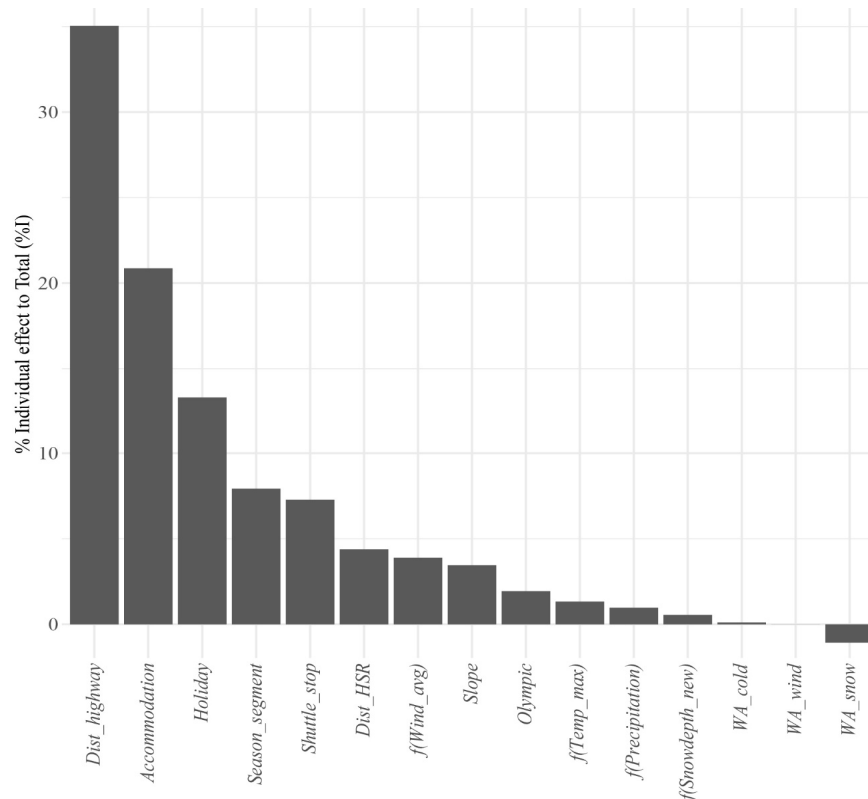


Fig. 6. Relative importance of variables in the GAM model based on adjusted R^2

et al., 2020).

마지막으로, 접근성 관련 통제변수에서 가장 가까운 고속철도 정차역까지의 거리는 가까울수록 스키장 지출액이 감소하는 것으로 나타났다($Dist_HSR: Coeff. = 0.06, p\text{-value} = 0.00$). 반면, 고속도로까지의 거리 감소는 지출액의 증가를 설명하였다($Dist_highway: Coeff. = -0.08, p\text{-value} = 0.00$). 이러한 결과와 수도권 셔틀버스가 가지는 스키장 지출액 증가 효과를 통해 스키 관광객이 주로 각 스키장의 셔틀버스 또는 개인 차량으로 이동한다고 추정할 수 있다. 이는 스키 관광 산업에서 도로 교통 또한 필요 요소이며, 극한 기후 현상으로 인한 도로 이동의 제한이 관광 수요 감소를 가중시킬 수 있음을 시사한다.

4.4. 상대적 중요도

본 연구에서는 GAM 분석 후 모형에 사용된 변수들의 상대적 중요도를 평가하였다(Fig. 6). 이를 위해 평균 공유 분산 개념을 GAM으로 확장한 R 패키지 `gam.hp`를 활용하였다(Lai et al., 2024). 이는 전체 설명력을 GAM에 포함된 각 변수의 기여에 따라 할당하여 중요도를 산출한다. 평가 결과, 본 연구에서 사용한 변수들 중 고속도로까지의 거리는 스키장 지출액 변동에 가장 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다($Dist_highway$). 이후 근처의 숙박시설 수, 휴일 여부, 스키 시즌 구분, 수도권으로 운행하는 셔틀버스 등이 뒤를 이었다($Accommodation; Holiday; Season_segment; Shuttle_stop$). 즉, 기후요소보다는 도로 접근성, 스키장 자원, 시기 등의 요인이 2018년부터 2019년까지의 스키장 지출액에 상대적으로 높은 중요도를 가졌다.

5. 결론 및 의의

본 연구에서는 2018년부터 2019년까지 스키장 신용카드 지출액 빅데이터를 이용하여 기후요소가 국내 스키 관광의 수요에 미치는 영향을 실증적으로 분석하였다. 스키 관광은 기온, 적설 등 자연적 요인에 크게 의존하기 때문에 기후변화에 취약한 산업 중 하나이나, 선행연구에서는 주로 기후변화에 따른 스키장의 운영 가능성만을 평가해왔다. 따라서, 겨울철 기후변화가 스키장 수요에 미치는 영향은 비교적 알려지지 않았다. 본 연구는 일반화가능모형(GAM: Generalized Additive Model)을 통해 스키장 신용카드 지출액에 미치는 날씨 요소의 비선형 효과를 설명

함으로써 기온, 적설, 풍속, 강수량에 대한 스키 관광의 선호도를 밝혀내었다. 또한, 일별 스키 관광 수요에 영향을 미치는 시기 요인, 개별 스키장 특성, 접근성 관련 요인을 통제변수로 활용하였다.

연구의 주요 결과는 다음과 같다. 먼저, 날씨 요소인 최고기온, 최심신적설, 강수량은 스키 관광 수요에 유의한 영향을 미쳤다. 특히, 일별 스키장 신용카드 지출액은 최고기온, 최심신적설과 비선형 관계를 가지는 것으로 나타났다. 즉, 스키장 지출액은 약 -13°C 부터 -4°C 사이에서 최고기온이 상승할 때 증가, 이후 -2°C 까지 최대를 유지하다가 그 이상의 구간에서 다시 감소하였으며, 최심신적설이 약 0 cm에서 1.2 cm에 이르기까지 증가, 이후 4.8 cm에 달할 때까지 감소하였다. 이는 좋은 설질을 유지할 수 있을 뿐 아니라 관광객이 스키 활동을 위해 추위를 견딜 수 있는 적정 기온으로 -5°C 부터 5°C 와 -12°C 부터 10°C 의 범위를 제시한 선행연구와 일치한다(Berghammer and Schumde, 2014; Kapetanakis et al., 2022). 또한, 24시간 내 쌓인 눈의 양을 나타내는 최심신적설은 어느 수준까지 스키 관광객의 선호를 이끌어내나, 그 이상 증가했을 때 시야확보 문제가 발생하여 스키를 즐기기 어렵고 스키장으로의 차량 운행이 불가능한 상황이 되어 부정적인 영향을 미칠 수 있다. 이에 따라 관광객이 전혀 눈이 내리지 않는 날보다 하루 중 1~2시간 동안 눈이 내리는 것을 선호한다는 Kapetanakis et al. (2022)의 설문조사 결과에 부합한다. 반면, 강수량은 스키장 지출액을 감소시키는 선형 효과를 보였다. 이는 스키 관광을 위해 적절한 기온과 적설이 필요한 것과 달리, 강수량은 대체로 실외 관광과 이동을 방해하는 요소이기 때문이다(Kang and Hong, 2019; Martínez-Ibarra et al., 2019; Yun and Lee, 2022). 기상특보 중 한파특보는 스키장 지출액 감소를 설명하는 요인으로 작용하였다. 이러한 결과는 관광객이 기후로 인한 위험을 고려하여 스키 관광의 시기와 목적지 등을 선택하며, 기후요소 중 기온을 가장 중요한 결정 요인으로 인식함을 시사한다.

기타 통제변수의 결과에 따르면, 해당 날짜가 휴일이고, 크리스마스에서 설 연휴까지의 기간에 포함될 경우 스키장 지출액이 크게 증가하였다. 따라서 이러한 시기의 스키 활동은 방문객과 수익 측면에서 한국의 스키 관광 산업에 중요한 영향을 미친다. 평창 동계올림픽 기간과 폐막 직후에는 올림픽 개막 이전과 비교하여 스키장 지출액이 증가하였다. 하지만 평창 동계올림픽으로 인한 지출액 상승 효과는 올림픽이 개최된 시즌에만 한정되어 나타났으며, 이는 대규모 행사를 통해 관광 산업에 대한 수요

가 증가하더라도 이러한 효과가 일시적임을 보여주는 결과이다. 또한, 개별 스키장이 시설 재원을 충분히 보유하고, 교통 접근성이 높을수록 지출액이 증가하는 것으로 나타났다. 특히 고속철도 역과 달리, 수도권으로 운행하는 셔틀버스와 고속도로가 스키장 지출액에 정(+)의 영향을 미친 것으로 보아, 도로 교통이 스키 관광을 위한 필수 요소 중 하나임을 알 수 있다.

변수 간 상대적 중요도 평가 결과, 스키장 지출액 변동에 크게 기여하는 변수는 고속도로까지의 거리, 근처의 숙박시설 수, 휴일 여부, 스키 시즌, 수도권으로 운행하는 셔틀버스의 정류장 수 등으로 나타났다. 이는 연구 기간 동안의 스키장 지출액에는 개별 스키장의 특징과 매력도가 모든 스키장에 보편적으로 영향을 미치는 날씨 요소보다 상대적으로 큰 영향을 미침을 의미한다. 그러나 인구통계학적 변화와 기후변화 시나리오를 기반으로 오스트리아 스키 관광의 미래 시나리오를 개발한 Steiger (2012)에 따르면, 기후변화가 스키 관광에 미치는 영향은 2050년대부터 지배적으로 나타나며, 이는 지역 경제에 큰 타격으로 이어질 수 있다. 이처럼 현재의 수요에 기여하는 기후요소의 상대적 중요도가 높지 않더라도 향후 극심해질 것으로 예상되는 기후변화에 대비하기 위해 지자체 차원의 장기적인 노력이 필요할 것이다.

한국의 겨울철 기온은 다른 계절보다 빠르게 상승하고 있으며, IPCC 제6차 보고서에 따르면 2100년까지 이상고온을 비롯한 기후변화 추세는 계속될 것으로 예측된다 (IPCC, 2022; Oh et al., 2022). 이에 따라 겨울철 수증기가 눈이 아닌 비로 내리거나, 눈이 오더라도 적설이 되지 않아 스키 관광에 대한 선호가 떨어질 가능성이 있다. 특히, Jeon and Cho (2015)에 따르면 1971년부터 2014년까지 겨울철 전반적인 기온이 상승한 반면, 한파일수는 점차 증가하였다. 이렇듯 한파를 비롯한 극한 기후의 발생 빈도가 지속적으로 늘어난다면 겨울철 관광 수요는 크게 감소할 것으로 추정된다. 산불, 산사태와 같은 산림 재해 또한 기후변화로 인해 빈도와 강도가 모두 높아질 것으로 예상되며, 산지에서 이루어지는 스키 산업의 특성을 고려하면 이러한 재해로 인한 위협은 더욱 심화될 수 있다. 실제로 미국 캘리포니아주의 알타 시에라 리조트에서는 최근 스키장에 산불이 발생하였고, 폭우로 인한 산사태 피해를 입기도 하였다 (Lorelli, 2023). 이러한 변화는 리조트 내 시설 파괴 등의 직접적 피해와 더불어 도로 이동 제한, 접근성 저하와 같은 간접 피해를 유발하며, 스키 관광과 심각한 부정적 영향을 초래한다. 따라서 기온 상승을 비

롯하여 기후변화로 발생하는 불안정한 기상 조건과 관광의 관계에 대한 지속적인 연구가 필요하며, 재해로 인한 관광 부문 위협에 대비하기 위한 적응 전략이 조속히 마련되어야 한다.

선행연구에서 제시한 사례에 따르면, 전세계적으로 대부분의 스키장은 겨울철 고온 현상과 적은 강설량에 대응하기 위해 인공설에 의존해왔다 (Heo and Lee, 2010; Knowles et al., 2024). 그러나 현재까지 사용되고 있는 제설 시스템은 물과 전력 소비량이 높고 다량의 탄소를 배출하여, 기후에 대한 적응 방안이 역설적으로 기후변화를 가속화한다는 지적을 받고 있다 (Dunstan, 2021; Vorkauf et al., 2024). 특히, Vorkauf et al. (2024)의 연구 결과에 따르면, 스위스의 스키 리조트는 현재 65%가 제설 시설을 이용하고 있으며, 이들의 물 소비량은 이번 세기 말까지 RCP 8.5 시나리오를 기준으로 약 79% 증가할 전망이다. 반면, 일부 최신 연구는 각 지역 상황과 기술 격차, 전력 사용의 탈탄소화 여부에 따라 제설 시스템이 성공적인 적응 전략이 될 수 있음을 밝히고 있다 (Knowles et al., 2024; Scott et al., 2024). 이에 따라 지속 가능한 스키 관광 산업을 달성하기 위해 친환경기술의 개발과 정책 실현이 요구된다.

스키 리조트에서는 기후변화에 대비하여, 산림이라는 주변 자연환경을 활용, 사계절 관광이 가능한 운영 전략을 수립할 수 있다. Carver and Tweed (2021)에 따르면, 오스트리아의 스키장 스투바이 글래셔에서는 여름철 보호용 담요를 덮는 등의 방식을 통해 빙하를 보존하고 스키 시즌을 연장하기 위해 노력하고 있다. 이와 함께 해당 스키 지역은 산림과 빙하, 기후변화에 관한 교육 자원을 제공하고, 정상 전망대, 눈 놀이터, 얼음 동굴을 개장하여 여름철 관광 명소로서 활용하기도 하였다. 2019년 이전에 이 지역을 방문한 경험이 있는 관광객들을 대상으로 실시한 설문조사 결과에 따르면, 이들의 70%는 눈과 빙하가 녹고 있는 환경의 변화에도 불구하고 산림 경관과 하이킹, 등산의 기회를 얻기 위해 다시 이곳을 찾을 것이라고 응답하였다 (Carver and Tweed, 2021). 또한, Lee et al. (2017)의 연구 결과, 관광객의 기후변화 인식이 높을수록 스키 관광에 대한 재방문의사와 친환경 행동의도가 유의하게 증가하였다. 따라서 온실가스 배출을 저감하기 위한 조치와 산림 자원을 다각적으로 이용하는 대체 관광지는 방문객들의 만족을 높이고 관광 활동을 장려하며, 기후변화의 위험성을 알려 친환경 행동을 촉구하는 중요한 역할을 할 수 있다.

결론적으로 본 연구는 한국의 스키장 지출액에 미치는

기후요소의 영향을 분석하였으며, 특히 기온과 적설이 스키 관광 수요에 미치는 비선형 효과를 밝혔다는 점에서 의의가 있다. 연구의 결과는 향후 극심해질 것으로 예상되는 기후변화와 자연재해에 대응하기 위해 지속 가능한 관광을 목표로 하는 적응 전략과 산림 자원을 활용한 대체 관광이 개발되어야 함을 강조하며, 관광 활동을 유지하기 위해 스키장이 나아갈 수 있는 방향과 역할을 제시한다. 또한, 스키 관광에 미치는 재해의 영향을 탐구하고, 기후변화 시나리오 하에서 관광 산업이 겪게 될 변화를 예측하는 후속 연구의 필요성을 시사한다.

사사

본 연구는 환경부 지식기반 환경서비스 전문인력 양성 사업과 한국환경산업기술원 "신기후체제 대응 환경기술 개발사업" (RS-2022-KE002152), 한국연구재단의 (NRF-2022R1A2C2093163) 지원을 받았습니다.

References

- Ahn SS, Lee MJ, Hwang YS. 2016. The study on the effect of awareness about climate change and selection attribute toward ski resorts on satisfaction and behavior intention: Focused on ski resort visitors (in Korean with English abstract). *J Tour Leis Res* 28(5): 145-168.
- Amadu CC, Owusu S, Foli G, Brako BA, Abanyie SK. 2022. Comparison of Ordinary Kriging (OK) and Inverse Distance Weighting (IDW) methods for the estimation of a modified palaeoplacer gold deposit: A case study of the Teberebie gold deposit, SW Ghana. *Malays J Geosci* 6(1): 19-28. doi: 10.26480/mjg.01.2022.19.28
- Atzori R, Fyall A, Miller G. 2018. Tourist responses to climate change: Potential impacts and adaptation in Florida's coastal destinations. *Tour Manag* 69: 12-22. doi: 10.1016/j.tourman.2018.05.005
- Berghammer A, Schmude J. 2014. The Christmas—Easter shift: Simulating alpine ski resorts' future development under climate change conditions using the parameter 'optimal ski day'. *Tour Econ* 20(2): 323-336. doi: 10.5367/te.2013.0272
- Carver RE, Tweed FS. 2021. Cover the ice or ski on grass?: The dilemmas facing ski tourism in a deglaciating world. *Geography* 106(3): 116-127. doi: 10.1080/00167487.2021.1970926
- Chen FW, Liu CW. 2012. Estimation of the spatial rainfall distribution using inverse distance weighting (IDW) in the middle of Taiwan. *Paddy and Water Environment* 10: 209-222. doi: 10.1007/s10333-012-0319-1
- Cho H, Yang H, Park JH, Hong JW. 2020. Options of climate change to the regional specialized tourism industry. Sejong, Korea: Korea Environment Institute. Working Paper 2020-07.
- Cho J, Kim Y, Cha E. 2015. Relations among sport-for-all and climate: Focusing on the mountaineering (in Korean with English abstract). *J Leis Stud* 13(4): 25-38. doi: 10.22879/slos.2015.13.4.25
- Choi SM, Park GY, Jeong RS, Shin JO. 2020. Study on establishing guidelines for tourism big data analysis: Focusing on mobile communication and credit card data. Wonju, Korea: Korea Tourism Organization.
- Choi SM. 2024. An analysis of changes in metropolitan government tourism expenditures during the COVID-19 pandemic: Focusing on credit card big data analysis (in Korean with English abstract). *J Tour Stud* 36(1): 39-62. doi: 10.21581/jts.2024.2.36.1.39
- Dannevig H, Gildestad IM, Steiger R, Scott D. 2021. Adaptive capacity of ski resorts in Western Norway to projected changes in snow conditions. *Curr Issues Tour* 24(22): 3206-3221. doi: 10.1080/13683500.2020.1865286
- Dogru T, Marchio EA, Bulut U, Suess C. 2019. Climate change: Vulnerability and resilience of tourism and the entire economy. *Tour Manag* 72: 292-305. doi: 10.1016/j.tourman.2018.12.010
- Dunstan A. 2021. Toxic desecration: Indigenous knowledge and 'western' science in defense of sacred land. *J Study Relig Nat Cult* 15(4): 462-486. doi: 10.1558/jsrnc.18954
- Glaesser D, Kester J, Paulose H, Alizadeh A, Valentin B. 2017. Global travel patterns: An overview. *J Travel Med* 24(4): tax007. doi: 10.1093/jtm/tax007
- Gössling S, Scott D, Hall CM, Ceron JP, Dubois G. 2012. Consumer behaviour and demand response of tourists

- to climate change. *Ann Tour Res* 39(1): 36-58. doi: 10.1016/j.annals.2011.11.002
- Gyeonggi Traffic Information Center. 2019. January 2019 Traffic analysis report. Suwon, Korea: Gyeonggi Traffic Information Center.
- Hastie T, Tibshirani R. 1986. Generalized additive models. *Stat Sci* 1(3): 297-310.
- Heo I, Lee S. 2010. The impact of climate changes on ski industry in central region of Korea: The case of Yongpyong·Yangji·Jisan ski resort (in Korean with English abstract). *J Korean Geogr Soc* 45(4): 444-460.
- Heo I, Lee S. 2012. The projection of regional ski industry by future climate data in South Korea: Using A1B scenario (in Korean with English abstract). *J Clim Res* 7(1): 69-81.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2022. Summary for policymakers. In: Pörtner HO, Roberts DC, Tignor M, Poloczanska ES, Mintenbeck K, Alegría A, Craig M, Langsdorf S, Lösschke S, Möller V, Okem A, Rama B. (eds). *Climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. New York: Cambridge University Press. p. 3-33.
- Jeon MJ, Cho Y. 2015. An analysis of a winter-time temperature change and an extreme cold waves frequency in Korea (in Korean with English abstract). *J Clim Change Res* 6(2): 87-94. doi: 10.15531/KSCCR.2015.6.2.87
- Ju YH, Kim TH. 2018. Time block analysis of ski resort visitors (in Korean with English abstract). *J Tour Sci* 42(1): 71-89. doi: 10.17086/JTS.2018.42.1.71.89
- Kang B, Hong SH. 2019. Effects of particulate matters and weather factors on attract visitors of indoor-outdoor tourist site (in Korean with English abstract). *Event Conv Res* 33: 175-193. doi: 10.31927/asec.15.1.10
- Kapetanakis D, Georgopoulou E, Mirasgedis S, Sarafidis Y. 2022. Weather preferences for ski tourism: An empirical study on the largest ski resort in Greece. *Atmosphere* 13(10): 1569. doi: 10.3390/atmos13101569
- Kim BM, Kang YW. 2020. The structural relationship among selection attribute of ski resort using satisfaction and revisit intention: A moderating role of season ticket (in Korean with English abstract). *Korean J Phys Educ* 59(2): 157-173. doi: 10.23949/kjpe.2020.3.59.2.157
- Kim GH, Sohn C, Choi BC. 2016. Influences of snowfall on visits to a mountain tourist attraction (in Korean with English abstract). *J Clim Res* 11(4): 297-312. doi: 10.14383/cri.2016.11.4.297
- Kim H, Ahn S, Jee J, Yoon S. 2020. Comparison of quantitative precipitation estimation using spatial interpolation methods (in Korean with English abstract). *J Korean Data Inf Sci Soc* 31(2): 243-254. doi: 10.7465/jkdi.2020.31.2.243
- Kim JD, Heo CU. 2019. Analysis of the relationship between changes in meteorological elements and beach visitor influx: The case of Gangneung city. *Int J Tour Hosp Res* 33(5): 165-181. doi: 10.21298/IJTHR.2019.5.33.5.165
- Kim ST, Min WK, Kim NJ. 2017. The vulnerability of tourism industry to climate change and coping strategy (in Korean with English abstract). *Int J Tour Manag Sci* 32(6): 273-292. doi: 10.21719/IJTMS.32.6.14
- Kim SY, Park C, Park JH, Lee DK. 2015. Estimating effects of climate change on ski industry - The case of ski resorts in South Korea. *J Environ Impact Assess* 24(5): 432-443. doi: 10.14249/eia.2015.24.5.432
- Knowles N, Scott D, Steiger R. 2024. Sustainability of snowmaking as climate change (mal)adaptation: an assessment of water, energy, and emissions in Canada's ski industry. *Curr Issues Tour* 27(10): 1613-1630. doi: 10.1080/13683500.2023.2214358
- Kuo PH, Chen HC, Huang CJ. 2018. Solar radiation estimation algorithm and field verification in Taiwan. *Energies* 11(6): 1374. doi: 10.3390/en11061374
- Kwon YH, Kim E. 2015. Analysis of tourism demand elasticities by travel time distance in Korea (in Korean with English abstract). *J Korean Reg Sci Assoc* 31(1): 65-81.
- Lai J, Tang J, Li T, Zhang A, Mao L. 2024. Evaluating the relative importance of predictors in Generalized Additive Models using the gam.hp R package. *Plant Divers* 46(4): 542-546. doi: 10.1016/j.pld.2024.06.002

- Lee MJ, Han JH, Hwang YS. 2017. A study on the climate change adaptation strategy assessing the relationships among the climate change awareness, attributes of ski resort, overall satisfaction and environmentally friendly behavior (in Korean with English abstract). *J Tour Stud* 29(1): 97-116. doi: 10.21581/jts.2017.02.29.1.97
- Lee YJ, Choi DS, Ko MJ. 2022. Application and case study of spatial statistical interpolation technology for estimating the photovoltaic power plant solar radiation in an arbitrary location (in Korean with English abstract). *J Archit Inst Korea* 38(9): 225-233. doi: 10.5659/JAIK.2022.38.9.225
- Li H, Song H, Li L. 2017. A dynamic panel data analysis of climate and tourism demand: Additional evidence. *J Travel Res* 56(2): 158-171. doi: 10.1177/0047287515626304
- Lorelli M. 2023 Apr 24. California ski resort shuttered due to too much snow (Closed for last month). *POWDER*.
- Martínez-Ibarra E, Gómez-Martín MB, Armesto-López XA, Pardo-Martínez R. 2019. Climate preferences for tourism: Perceptions regarding ideal and unfavourable conditions for hiking in Spain. *Atmosphere* 10(11): 646. doi: 10.3390/atmos10110646
- Masoudi M. 2021. Estimation of the spatial climate comfort distribution using Tourism Climate Index (TCI) and Inverse Distance Weighting (IDW) (Case study: Fars Province, Iran). *Arab J Geosci* 14(5): 363. doi: 10.1007/s12517-021-06605-6
- Oh HS, Yang HW, Song WG. 2017. Study on the relationship between climate change and tourism demand: Focusing on thermal comfort (in Korean with English abstract). *Korean J Tour Res* 32(1): 65-84. doi: 10.21719/KJTR.32.1.4
- Oh M, Kim J, Lee B, Kim TW. 2022. Hydro-meteorological Characteristics in Season and Solar Term According to RCP Climate Change Scenarios (in Korean with English abstract). *J Wetl Res* 24(4): 288-300. doi: 10.17663/JWR.2022.24.4.288
- Park CY, Shin CS, Park MH, Lee SB, Park JW. 2017. A model-fitting approach of external force on electric pole using generalized additive model (in Korean with English abstract). *KIPS Trans Comput Commun Syst* 6(11): 445-452. doi: 10.3745/KTCCS.2017.6.11.445
- Rutty M, Scott D, Matthews L, Burrowes R, Trotman A, Mahon R, Charles A. 2020. An inter-comparison of the Holiday Climate Index (HCI: Beach) and the Tourism Climate Index (TCI) to explain Canadian tourism arrivals to the Caribbean. *Atmosphere* 11(4): 412. doi: 10.3390/atmos11040412
- Scott D, Gössling S, Freitas CR. 2007. Climate preferences for tourism: An exploratory tri-nation comparison. In: Matzarakis A, de Freitas CR, Scott D (eds). *Developments in tourism climatology*. Freiburg: Commission on Climate, Tourism and Recreation. p. 18-23.
- Scott D, Knowles N, Steiger R. 2024. Is snowmaking climate change maladaptation? *J Sustain Tour* 32(2): 282-303. doi: 10.1080/09669582.2022.2137729
- Scott D, McBoyle G, Mills B. 2003. Climate change and the skiing industry in southern Ontario (Canada): Exploring the importance of snowmaking as a technical adaptation. *Clim Res* 23(2): 171-181. doi: 10.3354/cr023171
- Scott D, Steiger R, Rutty M, Pons M, Johnson P. 2020. Climate change and ski tourism sustainability: An integrated model of the adaptive dynamics between ski area operations and skier demand. *Sustainability* 12(24): 10617. doi: 10.3390/su122410617
- Shih C, Nicholls S, Holecek DF. 2009. Impact of weather on downhill ski lift ticket sales. *J Travel Res* 47(3): 359-372. doi: 10.1177/0047287508321207
- Song WG, Oh HS, Yang HW. 2014. The economic effects of climate on the tourism industry: The case of a ski resort (in Korean with English abstract). *J Int Trade Commer* 10(6): 1305-1319. doi: 10.16980/jitc.10.6.201412.1305
- Steiger R. 2010. The impact of climate change on ski season length and snowmaking requirements in Tyrol, Austria. *Clim Res* 43(3): 251-262. doi: 10.3354/cr00941
- Steiger R. 2012. Scenarios for skiing tourism in Austria: Integrating demographics with an analysis of climate change. *J Sustain Tour* 20(6): 867-882. doi: 10.1080/09669582.2012.680464

- Steiger R, Posch E, Tappeiner G, Walde J. 2020. The impact of climate change on demand of ski tourism - A simulation study based on stated preferences. *Ecol Econ* 170: 106589. doi: 10.1016/j.ecolecon.2019.106589
- Toimil A, Díaz-Simal P, Losada IJ, Camus P. 2018. Estimating the risk of loss of beach recreation value under climate change. *Tour Manag* 68: 387-400. doi: 10.1016/j.tourman.2018.03.024
- Vorkauf M, Steiger R, Abegg B, Hiltbrunner E. 2024. Snowmaking in a warmer climate: An in-depth analysis of future water demands for the ski resort Andermatt-Sedrun-Disentis (Switzerland) in the twenty-first century. *Int J Biometeorol* 68(3): 565-579. doi: 10.1007/s00484-022-02394-z
- Wahid NAA, Suhaila J, Rahman HA. 2021. Effect of climate factors on the incidence of hand, foot, and mouth disease in Malaysia: A generalized additive mixed model. *Infect Dis Model* 6: 997-1008. doi: 10.1016/j.idm.2021.08.003
- Wang X, Zhang JJ, Song G, Wan X. 2020. Push and pull factors influencing the winter sport tourists in China: The case of leisure skiers. *SAGE Open* 10(2). doi: 10.1177/2158244020938739
- Wilkins E, de Urioste-Stone S, Weiskittel A, Gabe T. 2018. Effects of weather conditions on tourism spending: Implications for future trends under climate change. *J Travel Res* 57(8): 1042-1053. doi: 10.1177/0047287517728591
- Wood SN. 2017. *Generalized additive models: An introduction with R*, 2nd edn. New York: Chapman and Hall/CRC.
- WTTC (World Travel & Tourism Council). 2018. *Travel & tourism: Global economic impact & issues 2018*. London: WTTC.
- Yang H, Cho H. 2023. A study on current status of the tourism industry and its climate adaptation strategies (in Korean with English abstract). *J Clim Change Res* 14(1): 11-19. doi: 10.15531/KSCCR.2023.14.1.011
- Yang JD, Kim GH. 2021. Analysis of the economic effect of COVID-19 on the tourism industry using big data: Focusing on Jeju area (in Korean with English abstract). *J Hosp Tour Stud* 23(4): 49-61. doi: 10.31667/jhts.2021.12.89.49
- Yoo K, Kang J, Choi Y. 2023. A study on tourism behavior in the new normal era using big data (in Korean with English abstract). *J Convergent Cult Technol* 9(3): 167-181. doi: 10.17703/JCCT.2023.9.3.167
- Yoon H. 2019. Effects of Particulate Matter (PM10) on tourism sales revenue: A generalized additive modeling approach. *Tour Manag* 74: 358-369. doi: 10.1016/j.tourman.2019.04.008
- Yun SJ, Lee HC. 2022. A research on the influence of domestic tourism demand on climate change and air pollution (PM₁₀ and PM_{2.5}) by panel model: Focused on the difference between indoor and outdoor tourist attractions (in Korean with English abstract). *J Tour Leis Res* 34(2): 41-62. doi: 10.31336/JTLR.2022.2.34.241
- Zajch A, Hewer MJ, Gough WA, Udo K. 2022. Comparing future climatic suitability to shoreline loss for recreational beach use: A case study of five Japanese beaches. *Reg Environ Change* 22(2): 54. doi: 10.1007/s10113-022-01906-2