

기후변화가 우리나라 중부지방의 스키산업에 미치는 영향 -용평·양지·지산 스키리조트를 사례로-

허인혜* · 이승호**

The Impact of Climate Changes on Ski Industry in Central Region of Korea: The Case of Yongpyong · Yangji · Jisan Ski Resort

Inhye Heo* · Seungho Lee**

요약 : 본 논문은 중부지방의 스키 리조트를 대상으로 제설조건을 파악하기 위하여, 스키장과 인접한 기상 관측지점의 기후자료를 이용하여 스키장 개장일과 폐장일, 제설작업에 영향을 미칠 수 있는 기후 요소의 변화를 분석하였다. 기후 조건이 불리한 수도권 스키 리조트는 전체 제설작업 중 94% 이상이 팬형 제설기를 이용한 반면에 용평리조트는 건형 제설기를 이용하였다. 11월 일최저기온의 경우 대관령에서는 지속적으로 상승하였으나 이천은 1980년대 이후 최근까지 다소 하강하는 경향으로 2000년대 스키리조트 개장일에 영향을 미쳤다. 스키장 폐장일인 2월 중순에도 일최고기온이 2~4℃인 수도권 스키리조트가 용평보다 이른다. 보강제설 기간 동안 눈이 활발하게 녹는 날도 대관령보다 이천에서의 증가율이 뚜렷하여 수도권 스키장 관리의 어려움이 예상된다.

주요어 : 스키장 개장일, 스키장 폐장일, 제설작업, 일최저기온 변화, 일최고기온 변화

Abstract : This study analyzed the changes in climate elements that affects the opening and closing dates of the ski resorts, and the snowmaking. Climatology data from the weather stations adjacent to the ski resorts in the central region of Korea were analysed to understand the snowmaking status. The fan type snowmaker has been used in the capital region (over 94% of the whole snowmaking), while the gun type snowmaker has been used in Yongpyong. There has been obviously an increased trend of the daily minimum temperature in November in Daegwallyeong and a little decreased trend in Icheon after 1980s. That caused the effect on the opening dates of the ski resort in the capital region of Korea during 2000s. Closing dates of ski resorts were earlier in the capital region (with 2~4℃ of daily maximum temperature in mid-February) than in Yongpyong. The obviously increasing rate of the snowmelting day in Icheon also hardened the management and maintenance of the ski resorts in the capital region of Korea.

Key Words : opening date of ski resort, closing date of ski resort, snowmaking, change of daily minimum temperature, change of daily maximum temperature

이 연구는 기상청 기후변화 감시·예측 및 국가정책지원 강화사업(RACS 2009-4003)의 지원으로 수행되었습니다.

* 건국대학교 지리학과 강의 교수(Lecturing Professor, Department of Geography, Konkuk University), hihgrace@konkuk.ac.kr

** 건국대학교 지리학과 교수(Professor, Department of Geography, Konkuk University), leesh@konkuk.ac.kr

1. 서론

우리나라에서 스키는 겨울철 중요한 레저스포츠로 자리잡고 있다. 우리나라는 1975년 평창에 용평 스키리조트가 개장된 이후 최근까지 새로운 스키장이 꾸준히 개장되면서 대중적인 스포츠로 발전하고 있다. 스키장 이용객의 성장률도 1997년을 제외하면 1990년대에는 평균 29.3% 증가하였고 2000년대에도 10.3% 증가하였다(Korea Ski Resort Business Association, 2009).

스키장 이용객의 양적인 증가에도 불구하고 많은 스키리조트는 경제적 어려움을 겪고 있다. 전국의 스키리조트 중 흑자인 곳은 서울 인근에서 당일 스키가 가능한 일부이며 강원도의 스키리조트는 대부분 적자를 면하지 못하고 있다. 이는 막대한 초기 투자 비용에 대한 부담과 유지비용, 스키리조트 시설 증가로 업체 간 상호 경쟁이 심화되었기 때문이다. 1990년대 초반까지 국내 스키리조트는 콘도미니엄과 함께 개발되는 단순한 스키장에 불과하였으나 임금상승에 따른 가처분 소득 증가, 근로시간 단축, 가치관 변화, 자동차 증가 등으로 국민들의 여가에 대한 수요가 크게 늘어나 삼성과 현대 등의 국내 대기업이 진출하게 되는 것을 계기로 경쟁이 치열해지며 오늘날 스키리조트로 발달하게 되었다(Seo, 2005). 특히 강원권의 대표 스키리조트인 용평 스키리조트는 스키장 이용객이 2004/2005년 시즌 820,238명이었던 것이 2007/2008년 시즌에는 604,911명으로 26.3% 감소하였고 경기권의 대표 스키리조트인 양지리조트도 2005/2006년 시즌 276,783명이었던 것이 2007/2008년 시즌에는 238,299명으로 14% 감소하여 스키장 이용객 유치에 어려움을 겪고 있다.

그러나 스키장을 관리하고 운영하기 위한 근본적인 어려움은 최근 주목받고 있는 기후변화라는 지적이 있다(World Tourism Organization, 2003). 관광과 여가 산업은 기후와 날씨의 직간접적인 영향을 받는다(Perry, 1997). 자연자원을 이용하는 관광 분야는 그 영향이 더 크다. 스키 활동은 안정적인 강설량에 의존하는 스포츠이므로 기후에 더욱 민감하다. 최근 기후변

화로 강설 현상의 감소가 뚜렷하여(World Tourism Organization, 2003) 스키산업 운영에 있어서 자연설만을 의존할 수 없으므로 인공설의 중요성이 강조된다. 국내에서는 스키장의 이른 개장이 스키어들을 선점할 수 있다는 유리한 조건을 갖추기 때문에 각 스키장은 다른 곳보다 먼저 개장하기 위하여 제설작업(snowmaking)에 주력한다. 또한 스키어들이 증가하면서 스키매니아 층이 형성되어 설질의 중요성이 부각되어 스키 활동에 적합한 제설작업이 요구된다.

스키산업 측면에서 기후변화에 관한 연구는 1980~1990년대에는 기온 상승으로 인한 스키시즌의 감소에 관한 것이 대부분이다. 자연설을 이용하여 스키장을 관리하고 있는 스위스(Elsasser and Bürki, 2002; König and Abegg, 1997), 스코틀랜드(Harrison *et al.*, 1999), 캐나다(Scott *et al.*, 2002), 호주(Galloway, 1988; Whetton *et al.*, 1996) 등에서 지구 온난화가 스키활동에 미치는 영향과 관련하여 겨울철 강설 부족에 관한 다양한 연구 결과를 발표하였다. 그러나 최근 기온 상승과 강설 감소로 자연설 이용의 어려움이 심각해지며 인공설에 대한 관심이 증가하였다(Scott *et al.*, 2003; 2004; 2007; Bicknell and McManus, 2006; Dawson *et al.*, 2009). 특히 Scott and Mcboyle(2007)은 미국 북동부 스키 리조트의 스키시즌이 1990년부터 최근까지 101일에서 146일내에서 변동이 커짐에 따라 1980년대에 비하여 점차 제설 시스템 이용이 증가하였으며, 각종 시나리오 모델을 이용한 기후자료에서 2070~2099년에 현재보다 50% 이상 또는 100% 이상의 제설작업이 필요하므로 제설을 위한 비용 손익이 점차 불리해질 것이라 하였다.

스키리조트는 눈이라는 천연자원을 이용하기 때문에 장소를 확보하는 것이 가장 중요하므로 눈이 많이 내리는 강원도 산지에 입지(용평, 휘닉스, 하이원, 현대성우 등)하는 것이 유리하다. 그러나 경제적으로 스키활동이 가능한 스키 인적 자원이 수도권에 집중되어 있으므로 자연 환경보다는 접근성이 유리한 수도권에도 다수의 스키리조트(양지, 지산, 포천 등)가 자리한다. 수도권의 스키장은 당일형으로 분류할 수 있으며 단시간에 가볍게 스키만을 즐길 경우 이용된다. 수도권 스키장의 슬로프 상태 등은 강원권에 비하여 불리

하다. 따라서 스키장 슬로프 설질을 양호하게 유지하여 수도권 지역의 집중된 스키어들을 흡수하기 위하여 많은 경제적 비용을 투자해야한다. 그러므로 인공설을 만드는 비용과 스키어들의 스키활동으로 인한 수지 균형이 강원권 스키리조트와의 경쟁에서 뒤지지 않기 위하여 중요한 고려 사항이 된다.

스키장의 슬로프 상태를 대표하는 설질은 스키가 점차 대중화되며 스키뿐만 아니라 스노보드 매니아가 형성되면서 최근 스키장 관리에 있어서 중요한 사항이다. 제설작업을 통한 인공설에 의존하고 있는 우리나라 스키장으로서 기후변화로 인하여 제설작업이 어려워지고 있어서(Heo and Lee, 2008a; 2008b) 스키이용객 유치와 제설작업의 경제성을 예측하기도 역시 어려워지고 있다.

따라서 본 연구에서는 자연 조건이 비교적 유리한 강원 산지의 스키장(강원용평 스키리조트)과 접근성을 고려하여 수도권에 입지한 스키장(양지리조트와 지산포레스트)을 선정하여 기후조건에 따른 제설 특성을 분석하고 기후변화가 두 지역의 스키 산업에 미치는 영향을 파악하고자 한다.

2. 연구자료 및 방법

본 연구에 이용한 자료는 기후자료와 스키장 관리 및 운영에 관한 자료 및 현지 스키장 관리 전문가와의 면담 자료이다. 기후자료는 분석 지점인 용평 스키리조트와 가장 인접한 대관령 기상관측소와 수도권 남부의 스키리조트(양지리조트와 지산포레스트)와 가장 인접한 이천 기상 관측소의 일평균기온, 일최고기온, 일최저기온과 일평균상대습도 및 신적설 등이다(Figure 1). 강원용평 스키리조트, 양지리조트, 지산포레스트의 자동기상관측시스템과 대관령과 이천 기상 관측소의 기온, 강수 등의 자료를 분석한 결과 모두 95% 이상 상관성이 높았다. 따라서 보다 장기간 기후자료를 보유하고 있는 대관령 기상 관측소와 이천 기상 관측소의 자료를 이용하였다¹⁾.

스키시즌은 11월에 시작하여 다음해 3월까지를 기준으로 본 연구에 이용한 기후자료는 겨울철의 경우 다음해 1~3월까지의 자료를 전해의 겨울철 자료로 정의하였다. 즉 2008년 스키시즌 자료는 2008년 11월~2009년 3월까지를 포함하고 2008년 겨울철 관련 기후자료는 2008년 11월~2009년 3월까지를 의미한다.

스키장 관리 및 운영에 관한 자료의 시기는 수집 경

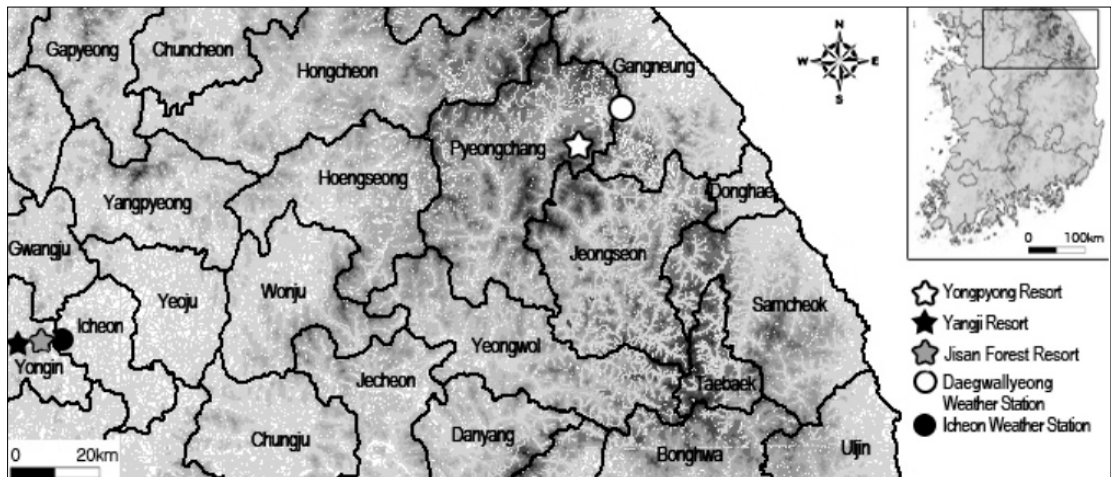


Figure 1. Study area and weather stations. 연구지역과 기상관측지점의 위치.

로에 따라 다르다. 스키장 개장일은 신문 검색을 통해 수집하였고 강원용평 스키리조트는 개장한 1975~2008년간의 자료이다. 수도권 지역의 양지리조트와 지산리조트는 그 개장일이 각각 달라 개장일과의 분석을 요하는 경우에는 보다 장기간 자료를 보유한 양지리조트(1982년 개장)의 자료를 이용하였다. 스키 리프트 이용객 자료는 한국스키장경영협회가 보유한 1990~2008년 기간의 것이며 제설작업 관련 자료(제설작업시간, 제설량, 초기제설 시작일 등)는 강원용평 스키리조트에서 제공한 2002~2008년까지와 지산리조트에서 제공한 2004~2008년까지의 자료이다. 양지리조트는 일별 제설 현황 것을 보유하지 않았으므로 인접한 지산리조트의 자료를 이용하였다. 양지리조트와 지산리조트는 인접한 스키리조트로 슬로프 규모의 차이만 있을 뿐 강설과 제설작업을 위한 기후조건이 유사하므로 충분한 자료를 상호 호환하여 이용하였다²⁾. 제설작업 기준에 관한 자료는 선행 연구와 제설기 가동 방침 및 국내 스키장 관리 전문가와 면담을 통하여 얻었으며 이는 제설 및 개장일과 폐장일을 선정하는데 참고하였다. 강원도 산지의 사례지점인 용평 스키리조트와 수도권의 사례지점인 양지와 지산리조트는 이후 각각 강원용평 스키리조트와 수도권지역 스키리조트로 명명한다.

강원도의 산지지역을 대표하는 강원용평 스키리조트와 수도권 스키리조트의 제설작업 현황을 파악하기 위하여 적설량과 실제 물사용량을 비교하였다. 리조트별 규모의 차이로 실제 물사용량의 차이가 크므로 용평과 수도권지역의 스키리조트를 비교하기 위해서 적설량과 물사용량은 각각 분석기간의 총량 중 매년 값의 비율을 구하여 비교하였다. 제설작업 시 사용한 제설기 유형은 제설량과 구입비용의 차이가 발생할 수 있어 관리비용 산정 시 관리자 등의 주요 관심사항이 될 수 있다. 스키리조트별로 실제 사용한 제설기 유형을 초기제설과 보강제설 기간으로 구분하여 비교 분석하였다.

슬로프 형성을 위한 각 스키리조트 현장에서 제설을 할 때의 기온과 상대습도의 실제 값도 비교하였다. 기온은 연구지역인 각 리조트에서 사용하고 있는 제설기의 사용 권장 지침과 각 리조트 제설작업 담당자들과

면담을 통하여 일최저기온을 이용하여 제설 가능 기온, 제설 권장 기온, 제설 충분 기온 등으로 구분하여 각 구간별 제설 일 비율을 비교하였다.

슬로프 개장 가능한 적설량을 분석하여 용평 스키장과 양지 및 지산 스키장의 입지 적합성을 정량적으로 파악하였다. 개장일에 영향을 미치는 기후 조건을 파악하기 위하여 제설작업에 영향을 미치는 일최저기온의 변화와 개장일과의 관계를 분석하였다. 또한 폐장일에 영향을 미치는 기후 조건을 파악하기 위하여 보강제설 시 슬로프 유지 제한 조건(눈이 활발하게 녹기 시작한 일최고기온 4°C 이상)을 선정하여 스키 시즌 내 관련 기후요소의 변화를 분석하였다. 스키장을 운영하기 위해 필수적인 인공설 제설작업의 기후 조건의 변화를 파악하기 위해서는 초기제설과 보강제설 기간으로 구분하여 각각 제설 가능 습구온도의 변화를 분석하였다.

3. 제설과 기후조건

1) 제설의 유형

우리나라의 스키리조트는 스키장을 안정적으로 운영하기 위해서 인공설이 중요하다. 그러나 제설 시 물과 전기, 인력 등에 소요되는 비용을 고려한다면 자연설은 스키장의 관리 비용을 절감시키는 효과를 발휘할 수 있다. Figure 2는 강원용평 스키리조트와 양지리조트의 연간 적설량과 연간 제설 시 총 물사용량의 비율을 나타낸 것이다³⁾. 즉 각 리조트의 분석 기간 내 적설량 총합의 매년 적설량 비율과 분석 기간 내 물사용량 총합의 매년 물사용량 비율을 의미한다. 강원용평 스키리조트와 양지리조트는 시설과 규모에서 차이가 있으므로 제설을 위해서는 규모가 큰 강원용평 스키리조트의 물사용량이 많다. 따라서 적설량에 따라 물 사용하는 양의 차이를 파악하기 위하여 각 원자료를 가공하여 비율값을 이용하여 비교하였다.

강원용평 스키리조트와 양지리조트의 제설 시 물사용량은 분석 기간 중 2002년에 각각 9.65%(422,530m³),

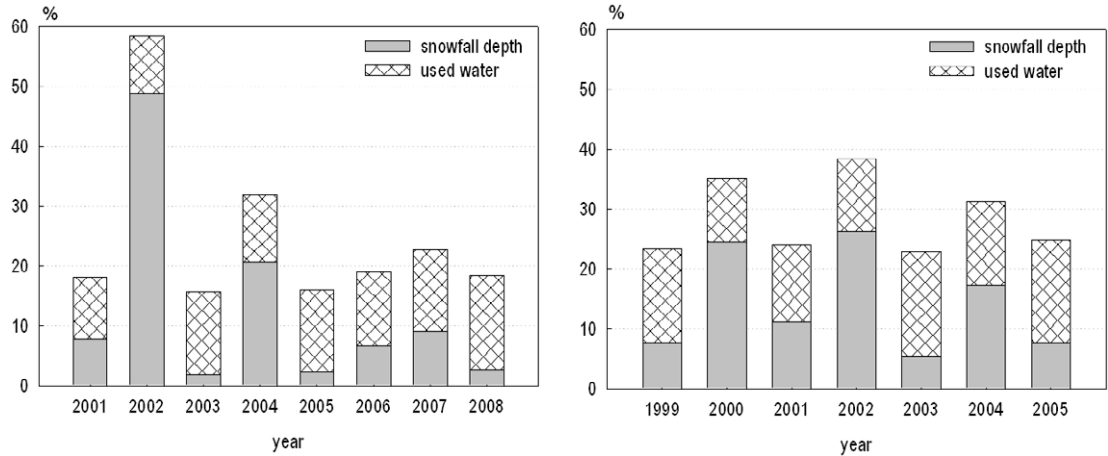


Figure 2. Rates of annual snowfall depth and fresh water used for snowmaking under analysis duration (left: Yongpyong resort, right: Yangji resort). 분석기간 동안 연적설량과 제설작업을 위한 물사용량 비율.

12,16%(422,530m³)로 그 값이 가장 적다. 2002년은 두 지역 모두 적설량이 가장 많았던 해로 강원용평 스키 리조트의 경우 그 비율이 48.8%로 다른 해에 비하여 값의 차이가 뚜렷하지만 상대적으로 다른 해와 물사용량 비율 차이가 크지 않다. 이는 다른 해에 비하여 강설이 자주 발생하고 적설 일수가 많을지라도 스키장 슬로프를 위해서는 매일 스키시즌 동안 지속적으로 최소한 30cm 이상 깊이의 적설이 유지되어야 하므로 일정 수준의 제설작업이 필요하기 때문이다.

인공설만을 이용할 경우에도 적절한 슬로프를 위해서는 50~60cm 깊이의 눈을 만들어야 하지만 바람, 주

간의 기온상승, 스키활동 등으로 눈 손실량이 스키시즌동안 약 30~40%를 차지한다고 한다⁴⁾. 따라서 적설량의 증가하는 수치에 비하여 물사용량의 감소 수치는 뚜렷하지 않다. 상대적으로 두 지역 모두 2003년에는 분석 기간 내 적설량이 각각 1.81%, 5.43%로 가장 적은 값을 나타내며 물사용량은 강원용평 스키리조트의 경우 13.85%, 양지리조트는 17.46%로 많은 양을 이용하였다.

Table 1은 제설작업 시 초기제설과 보강제설에 따라서 용평과 지산리조트의 최근 5년간 제설기 이용 현황이다. 인공설을 만드는 제설기는 크게 건형(Gun type)

Table 1. Rates of snowmaker types in each resort for snowmaking. 제설 시 리조트 지점별 제설기 유형. (unit: %)

Year	First snowmaking		Reinforcement of snowmaking				Total					
	Yongpyong		Jisan		Yongpyong		Jisan		Yongpyong		Jisan	
	gun	fan	gun	fan	gun	fan	gun	fan	gun	fan	gun	fan
2004	67.9	32.1	7.7	92.3	76.1	23.9	0.7	99.3	74.8	25.2	4.3	95.7
2005	65.7	34.3	9.2	90.8	80.6	19.4	2.7	97.3	76.9	23.1	7.3	92.7
2006	58.4	41.6	13.0	87.0	81.4	18.6	2.1	97.9	77.2	22.8	7.4	92.6
2007	69.2	30.8	9.3	90.7	87.1	12.9	1.9	98.1	82.9	17.1	6.1	93.9
2008	79.9	20.1	7.0	93.0	91.3	8.7	0.8	99.2	88.5	11.5	4.3	95.7
average	68.2	31.8	9.2	90.8	83.3	16.7	1.6	98.4	80.1	19.9	5.9	94.1

과 팬형(Fan type)이 있다. 건형은 리조트 설계 시 물과 공기를 이동시키는 관로의 기반 환경을 조성하여야 하므로 초기 비용은 크지만 이후 추가 설치 시 추가 비용이 적다. 반면 팬형은 독립적인 기계로 건형에 비하여 상대적으로 구입 비용이 높다.

강원용평 스키리조트와 수도권 스키리조트는 제설 시 사용하는 제설기 유형 비율이 다르다. 강원용평은 건형 제설기 사용율이 80.1%이고 팬형이 19.9%인데 비하여 수도권에서는 건형이 5.9%에 불과하고 팬형이 94.1%이다. 일정한 물과 공기를 이용한다고 가정할 때 건형에 비하여 팬형 제설기가 인공설 생산에 효율적이다. 팬형이 더 많은 눈을 만들어낼 수 있다. 그러므로 산지에 위치한 용평과는 달리 지산은 상대적으로 저지대에 위치하므로 제설작업 시 기후조건이 불리하여 팬형 제설기를 선택하는 것으로 보완하고 있다.

그러나 초기제설 시 강원용평 스키리조트는 건형 68.2%, 팬형 31.8%이며 지산리조트는 건형 9.2%, 팬형 90.8%를 사용한다. 앞서 언급한 바와 같이 초기제설은 개장일을 앞당기고 슬로프 형성에 중요하므로 초기 제설시 보유하고 있는 제설기를 모두 사용한다. 주로 건형에 의존하는 용평의 경우도 팬형 제설기를 최대한 함께 이용하여 더 많은 인공설을 생산한다. 지산도 건형을 함께 사용하여 개장일을 앞당기려 한다. 반면에 보강제설은 경제적 효율성을 고려하므로 기후조건이 상대적으로 유리한 용평은 저렴한 건형 제설기를 주로 이용하고 지산은 보다 많은 눈을 생산할 수 있는 팬형의 제설기를 이용한다.

2) 제설 시 기온과 습도

제설작업은 스키활동을 하지 않는 야간에 주로 이루어진다. 스키장을 개장하기 위해서 초기제설의 경우 주·야간 구분 없이 기상적으로 제설조건이 충족되면 제설작업을 하고 있으나 보강제설은 스키활동을 방해하지 않기 위하여 야간에 작업을 한다. 그러므로 제설을 위한 기상조건을 고려할 때는 야간의 기상 상태가 중요하다. 인공설을 만들기 위해서는 기온과 습도 조건이 적정해야 경제적 비용을 최소화할 수 있다.

Table 2는 강원용평 스키리조트와 지산리조트의 제설 자료를 이용하여 일최저기온별 제설일 비율을 나타낸 것이다. 일최저기온의 구간 선정은 초기제설의 경우에는 좋은 환경은 아니지만 제설이 가능한 -1°C , 제설 적정 온도인 -3°C , 제설 권장 온도인 -5°C 를 기준으로 하였다. 보강제설은 제설 적정 온도인 -3°C , 제설 권장 온도인 -5°C , 그리고 제설 충분 온도라고 할 수 있는 -7°C 를 기준으로 구분하여 제설작업을 할 때 일최저기온과 상대습도의 분포를 파악하고자 하였다.

강원용평 스키리조트는 분석 기간 동안 초기제설작업을 수행 한 날 중 일최저기온 -5°C 미만 일수가 78.5%이며, $-3 < \text{일최저기온}(^{\circ}\text{C}) \leq -1$ 일수가 9.6%, $-5 < \text{일최저기온}(^{\circ}\text{C}) \leq -3$ 일수는 11.9%를 차지하였다. 보강제설작업은 일최저기온 -7°C 미만 일수가 83.4%로 낮은 기온이 출현할 때 초기제설보다 제설작업이 집중되었다. 초기제설은 기후환경을 고려한 스키장의 경제적 관리보다 개장시기를 앞당기는 것이 목적이므로

Table 2. Rates of snowmaking day classified by daily minimum temperature.
리조트 지점별 일최저기온에 따른 제설일 비율.

(unit: %)

Daily minimum temperature	Resort Season	Yongpyong		Jisan	
		First snowmaking	Reinforcement of snowmaking	First snowmaking	Reinforcement of snowmaking
$-3 < ^{\circ}\text{C} \leq -1$		9.6	-	16.7	-
$-5 < ^{\circ}\text{C} \leq -3$		11.9	7.2	18.9	17.2
$-7 < ^{\circ}\text{C} \leq -5$		78.5	9.4	64.4	12.9
$^{\circ}\text{C} \leq -7$			83.4		69.9

(-): no snowmaking

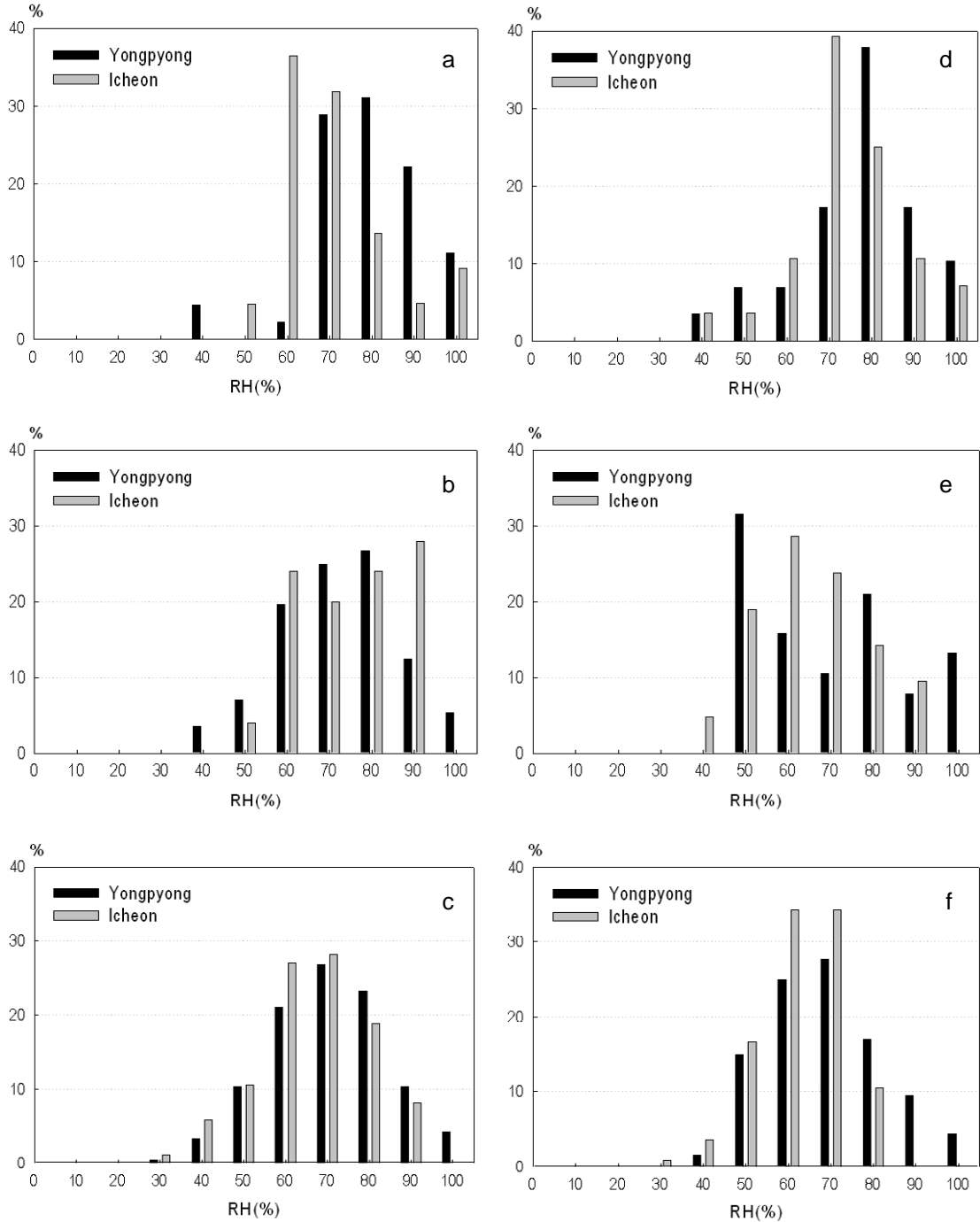


Figure 3. Distribution (%) of relative humidity classified by daily minimum temperature(a: $-3 < \text{minimum temp. (}^{\circ}\text{C)} \leq -1$, b: $-5 < \text{minimum temp. (}^{\circ}\text{C)} \leq -3$, c: $\text{minimum temp. (}^{\circ}\text{C)} \leq -5$, d: $-5 < \text{minimum temp. (}^{\circ}\text{C)} \leq -3$, e: $-7 < \text{minimum temp. (}^{\circ}\text{C)} \leq -5$, f: $\text{minimum temp. (}^{\circ}\text{C)} \leq -7$). Left is condition of first snowmaking and right is condition of reinforcement of snowmaking. 초기제설(좌)과 보강제설(우) 시 일최저기온별 상대습도의 분포.

로 보강제설에 비하여 제설 권장 기온보다 높은 경우도 9.6%에 이른다.

지산리조트의 경우 초기제설은 일최저기온 -5°C 미만일 때 64.4%, 보강제설은 -7°C 미만일 때 69.9%로 집중되었으나, 낮은 기온일 때 제설작업 비율이 용평과 비교하여 더 낮다. 지산의 초기제설과 보강제설 시 각각 $-3 < \text{일최저기온}(^{\circ}\text{C}) \leq -1$ 일수는 16.7%, $-5 < \text{일최저기온}(^{\circ}\text{C}) \leq -3$ 일수는 17.2%로 용평보다 각각 7.1%, 10.0% 높은 수치를 나타내며 상대적으로 높은 기온에서 제설작업을 수행하고 있다.

Figure 3은 강원용평 스키리조트와 지산리조트의 초기제설과 보강제설 시 실제 제설작업을 수행한 일최저기온별 상대습도 분포이다. 용평의 초기제설은 10월 말에 준비하여 11월 초부터 지표면을 냉각시키고 슬로프에 인공설을 만들어야 하므로 일최저기온이 $-3 \sim -1^{\circ}\text{C}$ 조건하에서도 이루어진다. 해발고도가 높고 동해에서 수증기 유입이 빈번한 지리적 요인으로 인하여 질이 낮은 습설이 형성될 수 있는 상대습도 70~90%의 조건에서도 제설작업이 시행된다. 초기제설이 가장 많이 이루어지는 $-7 < \text{일최저기온}(^{\circ}\text{C}) \leq -5$ 에서는 상대적으로 낮은 상대습도에서 질 좋은 인공설을 대량으로 만들어 슬로프를 완성한다. 지산의 초기제설은 개장일을 앞당기기 위하여 용평과 같은 기온 조건에서 작업을 하지만 일최저기온이 $-3 \sim -1^{\circ}\text{C}$ 인 경우와 -5°C 이하인 경우 모두 용평보다 낮은 상대습도 60~70%일 때 작업이 활발하다.

보강제설은 작업을 가장 많이 수행한 -7°C 이하인 용평과 지산 모두 양질의 눈을 만들 수 있는 상대습도 60~70%일 때 제설작업이 활발하였다. 그러나 기온이

-5°C 이상일 경우의 제설비율은 용평이 상대습도 80%일 때 가장 높고 지산이 상대습도 70%일 때 뚜렷하게 높다. 따라서 지리적 요인으로 인하여 용평은 제설작업 시 기온이 상대적으로 높을 경우 습설이 만들어질 가능성이 있다.

4. 스키장에 영향을 미치는 기후조건의 변화

1) 개장 가능한 조건의 적설량 변화

스키장 개장을 위해서는 스키활동에 적절한 슬로프가 만들어져야 한다. 스키활동을 할 수 있는 슬로프는 자연설을 이용할 경우 50~100cm 이상이 되어야 안전성이 확보되고 활주가 가능하다(Gangwon Regional Meteorological Administration, 2006). 그 이하일 때는 지표가 부분적으로 노출될 수 있어서 인공설로 보충해야 한다. 따라서 스키활동이 가능한 슬로프의 적설량 최소 높이는 30cm로 스키가 가능한 지역을 평가할 때 기준으로 이용한다.

우리나라는 현실적으로 스키활동이 활발한 스위스, 캐나다, 호주 등에 비하여 신적설량과 적설량이 적으므로 원활한 스키장 운영을 위하여 인공설이 필요하다. Table 3은 대관령과 이천의 겨울철 스키 가능 적설량 기준인 30cm 이상 일수의 시기별 변화를 나타낸 것이다. 대관령은 1970년대에는 31.5일이었던 것이 1980년대 35.3일로 다소 증가하였고 이후 1990년대에는 33.6일, 2000년대에는 20.9일로 감소하는 경향이다.

Table 3. Change in the frequency of days of snowfall depth for suitable ski activity. 대관령과 이천의 스키가능 적설량 일수의 변화.

(unit: day)

Station Duration	over 30cm		over 20cm		over 10cm	
	Daegwallyeong	Icheon	Daegwallyeong	Icheon	Daegwallyeong	Icheon
1970s	31.5	0.0	41.5	1.0	62.1	6.9
1980s	35.3	0.2	47.8	0.4	66.3	3.2
1990s	33.6	0.0	43.2	0.0	62.2	0.4
2000s	20.9	0.0	31.5	0.0	48.5	0.4

특히 2000년대에는 1990년대에 비하여 37.8% 감소하여 이전 시기 간 변화에 비하여 그 폭이 크다.

이천은 적설량이 30cm 이상인 날이 1989년에 2일 발생한 것 외에 분석 기간 동안 전무하였다. 적설량 기준을 20cm, 10cm로 낮추었을 때도 그 값이 적다. 반면 대관령은 이천에 비하여 1990년대까지는 20cm 이상, 10cm 이상인 날이 각각 40일 이상, 60일 이상이었으나 2000년대에 들어서는 적설량 30cm 이상인 날과 같이 그 값이 각각 27.1%, 22.0%로 감소폭이 크다.

따라서 이천의 적설량 30cm 이상일수를 분석하여 자연설을 이용한 스키장 입지를 판단할 경우 수도권지역은 스키리조트 입지 불가능 지역에 해당한다. 우리나라 대부분 지역에서 자연설만으로 스키장 입지를 평가할 때 유사한 결과가 도출된다. 스키장 입지를 평가할 때 연간 적설량 30cm 이상인 날이 40일 이상일 때 스키장을 개장할 수 있는 정상상태라고 정의할 경우 (Bürki *et al.*, 2005), 강원용평 스키리조트는 1973~2008년 기간 중 33.3% 만이 스키장을 정상적으로 개장할 수 있는 해로 평가된다. 그러나 적설량 10cm와 20cm 이상인 날들이 스키시즌 중 1~2개월을 넘고 있어 인공설을 이용할 때 타 지역에 비하여 스키장 관리 및 운영이 비교적 효율적이라고 할 수 있다.

2) 개장일 조건의 변화

스키는 겨울철에만 활동하는 스포츠이므로 스키어들에게 개장일은 중요한 관심사이다. 스키장 이용자는 가장 먼저 개장하는 스키장의 연회원권이나 각종 스키 관련 상품을 구입하는 경향이 있기 때문에 스키리조트 관리자에게 스키장 개장일은 수입과 관련하여 중요하다. 따라서 각 스키리조트는 하루라도 스키장을 일찍 개장하기 위하여 제설작업에 힘쓴다.

Figure 4(left)는 강원용평과 수도권 스키리조트의 개장일 변화와 두 스키리조트 간의 개장일 차이를 나타낸 것이다. 두 스키리조트 모두 스키장 개장일이 지속적으로 앞당겨지는 경향이다. 강원용평 스키리조트는 태백산지에 위치하여 기온이 낮다. 양지리조트가 개장한 1982년 이후 1990년대까지는 평균 12일 정도 강원용평 스키리조트가 일찍 개장하였으나 최근 2000년대 들어서는 평균 8일 정도 강원용평 스키리조트가 일찍 개장하여 그 차이가 감소하고 있으며 최근 2년간은 5일도 되지 않아 두 지역의 개장시기의 차이가 크지 않다.

스키장 개장을 위해서는 제설작업을 위한 일최저기온이 중요하다. 강원용평 스키리조트와 수도권 스키리조트는 위치한 지역의 특성에 따라서 개장일을 결정할 수 있는 11월 일최저기온의 차이는 3.0°C이며 강원용

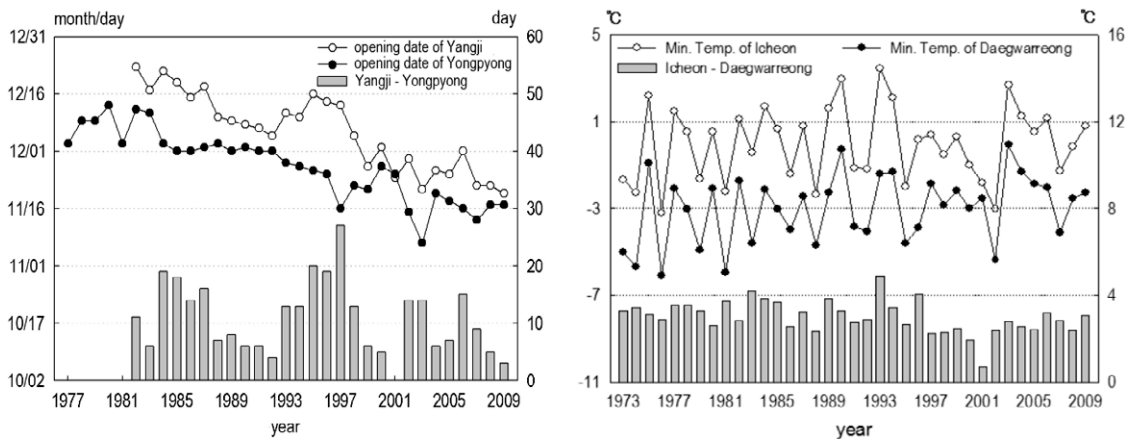


Figure 4. Changes of opening dates (left) and November daily minimum temperature (right) of Yongpyong and Yangji resorts. 용평과 양지리조트의 개장일과 11월 일최저기온의 변화.

평 스키리조트의 제설을 위한 기후조건이 유리하다. Figure 4(right)는 대관령과 이천의 관측자료를 이용하여 개장일에 영향을 미칠 수 있는 11월의 일최저기온의 변화를 나타낸 것이다. 대관령의 11월 일최저기온은 1970년대 -3.7°C 이고 1980년대에는 -3.1°C , 1990년대는 -2.9°C , 2000년대에는 -2.5°C 로 지속적으로 상승하였다. 관측이 시작된 1970년대에 비하여 오늘날의 2000년대에는 11월의 일최저기온이 1.3°C 상승하였다.

이천 관측지점은 대관령과 그 변화 경향이 다르다. 1970년대의 11월의 일최저기온은 -0.5°C 이며 1980년대에는 0.2°C 로 급격하게 상승하였다. 대관령 관측지점이 1970년대에서 2000년대까지 지속적인 증가경향을 보인 것과는 달리 이천은 1990년대 11월의 일최저기온이 0.07°C , 2000년대 0.02°C 로 1980년대 이후 오히려 하강하는 경향이다. 따라서 양지리조트와 강원용평 스키리조트의 11월 일최저기온 차이의 시기별 변화를 살펴보면 1980년대에는 3.4°C 였던 것이 1990년대 3.0°C , 2000년대 2.5°C 로 그 차이가 지속적으로 감소하고 있다(Figure 4). 이는 최근 강원용평 스키리조트의 스키장 개장일 변화에 비하여 양지리조트의 스키장 개장일이 앞당겨지는데 중요한 영향을 미칠 수 있다.

3) 폐장일 조건의 변화

스키시즌을 결정하는 스키장 개장일과 폐장일은 스키장 관리에 있어서 경제적 운용 가치의 유무에 의하여 결정할 수 있다. 앞서 언급한 스키장 개장일은 스키장 이미지와 스키매니아를 선점하기 위하여 기후조건이 불리하더라도 제설작업을 통하여 인공설을 이용한 슬로프를 조성하고자한다. 그러나 스키장 폐장일은 개장일과는 달리 스키활동을 할 수 있는 좋은 설질이 충족되지 않을 경우 무리하게 제설작업을 시행하지 않는다. 야간의 낮은 기온을 이용하여 제설작업을 하더라도 주간 기온 상승으로 설질이 낮아지면 제설작업을 이용한 슬로프 관리에 효율성이 떨어진다. 또한 3월이 되면 이용객수가 감소하여 개장시기와는 달리 경제성을 고려해야 한다.

Figure 5는 겨울철 일별 기온변화를 나타낸 것이다. 제설작업에 영향을 미치는 일최저기온은 대관령과 이천 모두 3월까지 평균 0°C 이하로 제설작업의 효율성을 고려하지 않고 제설 가능 여부만을 고려할 때 두 지역의 제설 조건 차이가 크지 않다. 그러나 일최고기온은 2월 중순 이후 대관령과 이천의 차이가 발생한다.

주간에는 스키활동이 이루어지므로 야간에 만들어 놓은 인공설이 녹거나 스키어들에 의한 모글현상 등을 통하여 눈이 훼손된다. 이러한 인공설 훼손 정도는 기

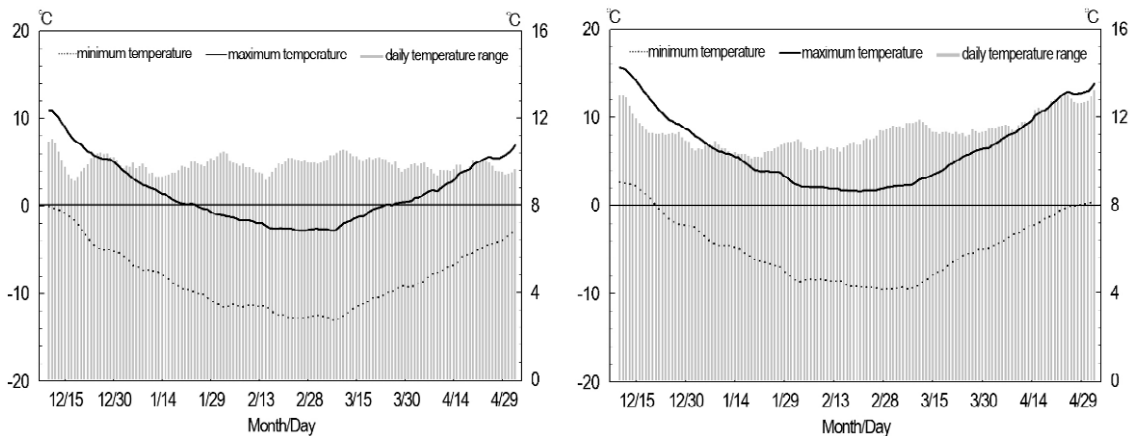


Figure 5. Changes of daily temperature during December to April (left: Daegwallyeong, right: Icheon). 12~4월간 기온의 일변화.

온이 높아지면 심해진다. 대관령은 제설작업이 이루어지고 있는 시기 중 일최고기온의 가장 낮은 기온이 3월 초순에 나타나지만 이천의 경우 가장 낮은 기온이 2월 중순에 나타난다. 따라서 이천은 2월 중순 이후 일최고기온이 상승하면서 스키활동의 질에 영향을 미칠 수 있다. 또한 대관령의 일최고기온은 3월 초순까지 0℃ 이하를 유지하지만 이천은 일최고기온이 가장 낮은 시기에도 2~4℃로 영상의 기온이 나타난다. 일최고기온이 상승하는 2월 중순 이후에는 인공설의 용해가 활발하게 이루어지는 4℃ 이상으로 기온이 상승하며 스키 활동 중 상해를 야기할 수 있을 정도로 설질이 악화되기 시작한다⁹⁾.

폐장일은 제설작업 여부도 중요하지만 스키시즌이 끝나가는 시점에 최적의 설질 유지 가능여부에 따라서 결정할 수 있다. 스키활동을 할 수 있는 적절한 설질은 낮은 기온 상승에 의하여 영향을 받을 수 있으므로 눈이 녹을 수 있는 영상의 날씨가 빈번해지면 폐장일을 고려해야 한다. 개장일을 앞당기기 위하여 슬로프 형성이 목표인 초기제설 기간에 비하여 보강제설 기간에는 스키어들을 끌어들이 수 있는 최적의 설질이 중요하다. 따라서 보강제설기간의 설질 확보가 어려워지는 시점이 스키시즌의 폐장일이 될 것이다.

Figure 6은 최적 설질을 구비해야 하는 보강제설 기간의 4℃ 이상일수의 변화를 나타낸 것이다. 대관령과

이천은 분석기간 중 보강제설 기간 동안 4℃ 이상 일수가 유의수준 $\alpha=0.01$ 에서 유의하게 증가하였다. 대관령은 10년에 2.4일씩 증가하는 반면에 이천은 10년에 4.7일씩 증가하며 2배 이상의 기온 상승 경향을 보인다. 이는 야간에 제설작업이 이루어지더라도 주간의 스키 활동을 하는데 불리한 기후조건이 점차 증가하는 것이라고 판단할 수 있다. 특히 지역적인 특성에 의하여 스키활동에 더 안정적인 강원용평 스키리조트의 보강제설 기간 동안의 주간의 눈 녹는 현상보다 수도권지역 스키리조트에서 보강제설 기간 동안 눈 녹는 현상의 증가가 더 크다는 것은 두 지역 간 스키장 관리의 차이를 야기 한다.

4) 제설 가능 일수의 변화

적은 양의 물을 이용하여 최대량의 인공설을 만드는 것이 각 스키리조트 제설팀의 중요한 목표이다. 따라서 인력 투입과 물 사용량, 전기 사용량 등을 최소화하기 위하여 기후조건의 변화에 민감하다. Figure 7은 습구온도를 이용한 초기제설 가능 일수 변화를 나타낸 것이다. 제설작업을 위해서는 기온과 습도가 동시에 고려되어야 한다. 그러나 Heo and Lee(2008a, 2008b)의 선행 연구에서는 기온과 습도를 따로 구분하여 제설 가능 일수의 변화를 파악하여 각각의 조건에 맞는

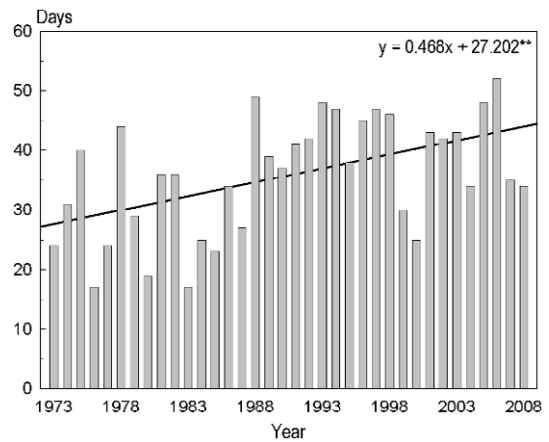
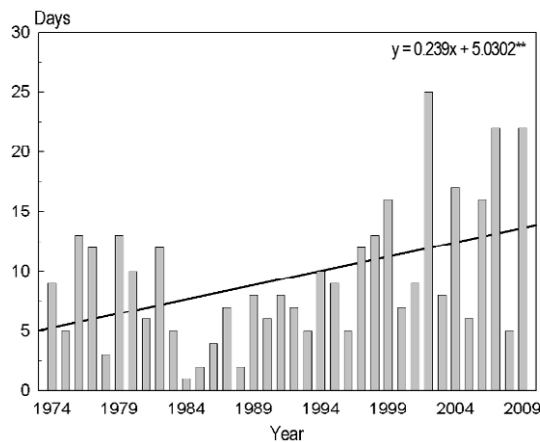


Figure 6. Changes of snowmelt ($\geq 4^{\circ}\text{C}$ of daily maximum temperature) days (left: Daegwallyeong, right: Icheon, **: significant at 99 percent level). 보강제설 기간 동안 일최고기온 4℃ 이상일수의 변화.

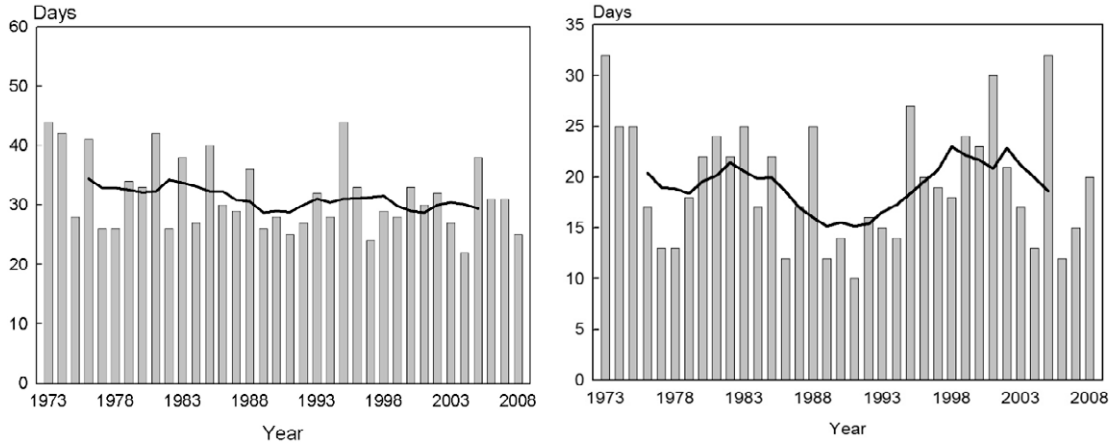


Figure 7. Changes of suitable first snowmaking (November-December) days with wet-bulb temperature (below -7°C) (left: Daegwallyeong, right: Icheon). 습구온도(-7°C 이하)에 의한 초기 제설(11~12월) 가능 일수의 변화.

기후 변화를 파악하였다. 스키리조트 현장에서는 Figure 3과 같이 제설 시 기온과 습도를 함께 조정하여 작업을 하고 있으므로 실제 제설작업 조건을 반영하여 미래의 제설작업을 예측하기 위해서는 기온과 습도가 모두 반영 된 습구온도의 분석이 요구된다⁶⁾.

제설관리자는 일최저기온을 이용하여 습구온도 -5°C 이하일 때를 설질이 적절한 제설가능 조건이라고 하며, 습구온도 -7°C 이하일 때를 제설 적정조건으로 하고 있다. 그러나 초기 제설 시에는 슬로프의 냉각효과를 높이기 위하여 제설작업을 위한 기상조건을 달리 하고 있다. 습구온도 -3°C 이하일 때부터 제설작업을 시행하므로 기상조건이 적절한 설질과 눈입자를 충족 시키지 못한다.

대관령 관측자료를 이용할 때 강원용평 스키리조트의 초기제설 가능 일수는 습구온도 -7°C 이상인 경우는 분석 기간 동안 뚜렷한 변화 경향이 나타나지 않는다. 그러나 제설작업을 하기 위한 최적 조건이라고 할 수 있는 습구온도 -7°C 이하인 경우는 1970년대 34.3 일, 1980년대 32.2일, 1990년대 30.3일, 2000년대 29.5 일로 감소 경향이 뚜렷하다. 특히 1970년대에 비하여 2000년대는 14.0% 감소하여 초기제설 기간 동안 제설에 유리한 기후조건인 습구온도 -7°C 이하인 경우는 습구온도 -7°C 이상인 경우에 비하여 더 불리해지고

있음을 확인할 수 있다(Figure 7).

이천 관측 자료를 이용할 때 수도권지역 스키리조트의 초기제설 가능 일수는 대관령 관측 자료를 이용한 강원용평 스키리조트와는 상대적으로 뚜렷한 변화 경향이 나타나지 않는다. 오히려 2000년대의 습구온도 -7°C 이하 일수는 전 시기인 1991~2000년에 비하여 7.0% 증가하였다.

보강제설은 초기제설에 비하여 설질을 향상시키는 것이 중요하므로 불리한 기후조건을 제한하여 습구온도 -5°C 와 습구온도 -7°C 이하일 경우 제설작업을 한다. Figure 8과 같이 보강제설 가능일수는 대관령의 경우 초기제설기간에 비하여 상대적으로 그 변화가 작다. 습구온도 -5°C 와 습구온도 -7°C 이하일 경우 1970년대에 비하여 2000년대 제설 가능 일수의 빈도는 각각 8.5%, 6.0% 감소하였다. 이천은 초기제설의 경우와 같이 뚜렷한 경향을 보이지 않는다(Figure 8).

이천이 대관령보다 제설 가능 일수의 감소가 뚜렷하지 않은 것은 Table 4와 같이 초기제설기간에는 대관령의 최저기온 상승이 영향을 미쳤을 것이라 추정할 수 있다. 그러나 보강제설기간에는 대관령과 이천의 일최저기온의 상승이 초기제설기간과 동일하고 이천의 상대습도 감소가 뚜렷하다. 동일한 0°C 이하의 건구온도는 상대습도 10% 감소 시 습구 온도 약 $0.4\sim 0.5^{\circ}\text{C}$

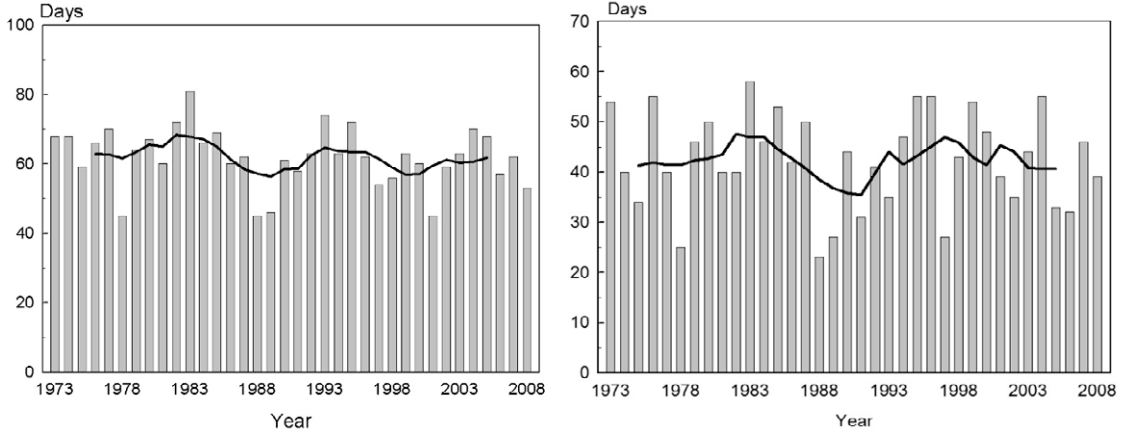


Figure 8. Change of suitable reinforcement of snowmaking days with wet-bulb temperature (below -7°C). Left is Daegwallyeong weather station and right is Icheon. 습구온도(-7°C 이하)에 의한 보강제설 가능 일수의 변화.

Table 4. Changing rates of daily minimum temperature and relative humidity. 대관령과 이천의 제설기간별 최저기온과 상대습도 변화율.

Station	Season Climate	First snowmaking		Reinforcement of snowmaking	
		Min. Temp. ($^{\circ}\text{C}/10\text{y}$)	RH($\%/10\text{y}$)	Min. Temp. ($^{\circ}\text{C}/10\text{y}$)	RH($\%/10\text{y}$)
Daegwallyeong		0.5*	-2.3**	0.7**	-1.7*
Icheon		0.3	-2.3**	0.5	-2.6**

** : significant at 99 percent level, * : significant at 95 percent level

를 감소시킨다. 이는 이천의 보강제설기간에는 최저기온의 상승 이외에도 상대습도의 차이가 습구온도의 변화에 영향을 미칠 수 있다는 것을 확인할 수 있다.

5. 토의

스키장의 경제적 관리는 기후조건의 영향을 받는다. 실제 제설조건 비교 시 각 스키리조트별로 기후 조건이 불리한 상황에서도 최대한 이윤을 얻고자 제설기 유형을 조절하고 제설작업을 조절하는 것을 확인할 수 있다. 스키장 관리자는 인공설을 만들기 위하여 기온과 습도 등의 조건이 충분히 충족되었을 때 제설작업

을 한다. 그러나 초기제설은 개장시기를 앞당기기 위하여 불안정한 기후조건일지라도 제설작업을 수행한다.

앞서 개장일과 일최저기온과의 관계는 대관령의 경우 11월 일최저기온이 지속적으로 상승하지만 이천은 1980년대 0.24°C 였던 것이 1990년대 0.07°C , 2000년대 0.02°C 로 오히려 그 값이 하강하는 경향이다. 이는 강원용평 스키리조트의 스키장 개장일 변화에 비하여 수도권 스키리조트 개장시기가 최근 앞당겨지는데 영향을 미칠 수 있음이 언급되었다. 그러나 개장시기를 포함한 초기제설 기간 일최저기온 표준 편차 변화를 살펴보면 대관령에 비하여 1980년대를 제외하고 이천의 값이 크다. 이는 이천의 기후 환경이 스키활동을 위해 안정적이지 않다는 것을 보여준다(Table 5). 또한

Table 5. Average standard deviation of daily minimum temperature duration first snowmaking (November-December). 대관령과 이천의 초기제설 기간의 시대별 일최저기온의 평균 표준편차.

Station \ Duration	1970s	1980s	1990s	2000s
Daegwallyeong	1.58	1.34	1.00	1.11
Icheon	1.64	1.22	1.16	1.37

최근 수도권에 위치한 양지리조트의 개장시기가 강원 용평 스키리조트의 개장시기와 유사한 2000년대는, 이천의 일최저기온 편차가 다소 증가하는 것을 고려한다면 개장 이후 경제적으로 합리적 운영이 가능한가에 대하여 문제점이 제기될 수 있다. 앞서 수도권 스키리조트의 폐장시기도 강원용평 스키리조트에 비하여 점점 불리해지고 있음이 파악되어 수도권 스키산업의 미래 불확실성이 예상된다.

강원도 산지에 위치한 용평 리조트도 스키산업에 있어서 안정적이지 않다. 용평 리조트는 제설 시 기온이 높을 경우 상대습도가 더 높아 습설이 만들어 질수 있다. 최근 상대습도의 감소 경향을 고려한다면 수도권에 비하여 상대습도의 감소가 뚜렷하지 않으므로 설질을 높이는 데 여전히 어려움이 따른다. 또한 강설상의 불확실성도 용평 리조트에 불리하게 작용한다. 우리나라 스키장 개장과 관리는 자연설보다 인공설에 의존할 수밖에 없다. Figure 2에서와 같이 적설량이 적은 해에

는 상대적으로 물사용량이 더욱 증가하여 경제적 관리가 어렵다. 인공설을 지속적으로 만들어야 하는 우리나라 스키장일지라도 적설량이 많은 해에는 상대적으로 물 사용량이 다소 감소한다. 스키장 개장시기와 스키장 보강제설기간의 주말 또는 공휴일 등과 관련하여 강설이 나타나면 스키장 관리자와 이용자 모두 적극적인 활동을 할 수 있다. 특히 스키장 개장시기에는 눈을 만들기엔 불리한 기후조건이므로 경제적 비용이 많이 소요된다. 따라서 개장일 무렵 강설이 나타나면 스키장 슬로프 형성에 긍정적인 영향을 미치므로 개장시기가 앞당겨질 수 있다.

지난 2009년 스키 시즌은 용평 리조트의 스키장 관리에 득과 실이 많은 해의 사례이다. 11월 2일 21.6cm의 첫눈이 내리며 인공설을 거의 이용하지 않고 자연설만을 이용하여 기본 스키장 슬로프 형성이 가능하여 11월 3일 스키장을 개장하였다(Photo 1). 그러나 이후 기온이 영상으로 상승하여 인공설을 만들 수조차 없는



Photo 1. Open event of Yongpyong resort (3 November, 2009). 강원용평 스키리조트 개장 행사.



Photo 2. Closed ski slope of Yongpyong resort (6 November, 2009). 폐쇄된 스키장 슬로프.

Table 6. First occurrence date of heavy snowfall and mean opening date in Yongpyong resort.
강원용평 스키리조트의 평균 첫 폭설 출현일과 평균 개장일.

		Time	1970s	1980s	1990s	2000s
First occurrence date of heavy snowfall (≥10cm of daily fresh snowfall)	Average		18 December	9 December	12 December	22 December
	Standard deviation		33.6	20.8	28.7	34.1
Opening date of Yongpyong resort	Average		7 December	4 December	25 November	14 November

6. 요약 및 결론

조건이 되어 개장했었던 것을 가개장으로 전환하며 슬로프를 포기하고 무료로 개방하였다(Photo 2). 이러한 불안정한 폭설 현상과 이후 야간 기온 상승은 개장시기 조절을 통하여 경제적 이윤을 창출하고자 하는 관리자에게 안정적인 투자와 설계를 하는데 어려움을 초래할 수 있다.

Table 6은 강원용평 스키리조트의 개장시기에 영향을 미칠 수 있는 폭설(신적설량 10cm 이상)인 날이 최초 출현한 날의 시기별 분포와 강원용평 스키리조트 시기별 개장일이다. 자연설을 이용하여 슬로프를 형성하는 데 도움을 받을 수 있는 최소한의 신적설량을 10cm라고 하였을 때 이는 1980년대부터 2000년대까지 그 출현일이 점차 늦어지는 경향이다. 표준편차 또한 1980년대 20.8이었던 것이 2000년대에는 34.1로 증가하여 신적설 10cm 이상인날의 첫 출현일 분포가 불안정하다는 것을 확인할 수 있다. 그러나 강원용평 스키리조트 개장일은 1970년대부터 최근까지 지속적으로 일러지고 있어 관리자 입장에서는 개장을 위한 슬로프를 형성하는데 도움을 줄 수 있는 강설현상이 출현한다면 2009년 시즌과 같이 자연설을 이용하고 의존할 가능성이 높아진다. 이러한 불안정한 기후 환경에서 극적으로 발생하는 기상현상은 결국에는 체계적인 스키리조트의 관리에 어려움을 초래할 수 있다. 따라서 개장시기를 앞당기고 있는 수도권지역의 양지리조트와 강원용평 스키리조트는 모두 스키장 관리를 하는데 있어서 부정적인 기후환경의 영향이 증가하는 것으로 판단할 수 있다.

본 연구에서는 우리나라의 대표적인 스키리조트가 모여 있는 강원도와 수도권 지역의 스키산업에 미치는 기후 변화의 영향을 용평리조트와 양지리조트 및 지산리조트를 사례로 비교 분석하였다. 우리나라 스키장은 자연설만을 이용하여 슬로프를 관리하기에는 불리한 기후 조건이므로 인공설을 만드는 제설작업을 주요 연구 내용으로 하여 스키장 관리를 파악하였다.

자연설을 이용하여 스키장 슬로프를 만들 수 있는 최소 적설량 높이인 30cm 이상인 날은 대관령의 경우 지속적으로 감소하는 경향이다. 이전은 자연설을 이용하여 스키장 개장 가능한 날은 거의 나타나지 않고 10cm 이상인 날도 최근 감소하여 스키장 관리를 위하여 인공설에 의지해야 하는 상황이다. 실제 용평리조트와 양지리조트의 제설작업은 분석 기간 동안 적설량이 가장 적은 해인 2003년에 많은 양의 물을 이용하였다. 제설량은 기계 유형에 따라 건형보다 팬형이 생산에 효율적이므로 산지의 용평리조트에서는 건형의 제설기를 대부분 이용하는 것에 반하여 기후조건이 불리한 수도권지역의 리조트에서는 전체 제설작업 중 94% 이상이 팬형을 이용하였다.

용평리조트는 11월 초에 지표면을 냉각시키고 슬로프에 인공설을 형성해야 하므로 최소의 기온 조건이 부합된다면 질이 낮은 습설이 만들어지더라도 상대습도 70~90%에서 제설작업이 활발하다. 수도권은 기후조건이 불리하므로 단기간에 양질의 인공설로 슬로프를 형성할 수 있는 상대습도 60~70%일 때 제설작업이

활발하다.

용평리조트의 개장시기에 영향을 미칠 수 있는 대관령의 11월 일최저기온은 크게 상승하였다. 그러나 이천은 1980년대에 비하여 1990년대부터 오히려 다소 하강하는 경향으로 최근 양지리조트의 스키장 개장시기가 앞당겨지는 데 영향을 미쳤다. 대관령은 3월 초순까지 0℃ 이하의 일최고기온을 유지하지만 이천은 일최고기온이 가장 낮은 시기인 2월 중순에도 2~4℃의 영상 기온이 나타난다. 따라서 슬로프 설질을 고려해야 하는 폐장일은 용평보다 일최고기온이 높은 수도권에서 이른다. 또한 최고의 설질을 유지해야 하는 보강제설 기간의 눈 녹는 일수의 증가도 용평리조트에 비하여 수도권에서 뚜렷하다. 습구온도의 변화는 수도권에 비하여 산지에서의 감소경향이 산지보다 수도권에서 뚜렷하기 때문에 다소 영향을 미쳤을 것이라 판단된다.

1990년대는 다수의 스키리조트가 개장하며 상호 경쟁이 과열되기 시작한 시기로 최근 2000년대에 강설현상의 감소와 제설작업에 불리한 기온 상승은 각 스키리조트 간 경제적 관리의 필요성을 더욱 야기시킨다. 특히 수도권의 리조트 개장시기는 최근 산지에서의 개장일과 큰 차이가 나지 않을 정도로 일러졌다. 그러나 전적으로 인공설을 이용하여 슬로프를 완성하고 스키장을 개장해야 하는 수도권에서는 최근 초기제설기간의 일최저기온의 편차가 산지에서보다 커 상대적으로 기온 조건이 불안정하므로 스키장 개장일의 안정적인 예상이 어렵다. 또한 강원 산지에서도 2009년 시즌과 같이 많은 양의 강설이 출현하자 개장일을 갑작스럽게 앞당겼으나 이후 급격한 기온 상승으로 슬로프를 포기하고 막대한 경제적 손실을 감수하였다. 이와 같이 스키리조트의 경제적 관리는 앞으로 더욱 불리한 방향으로 이루어질 것이므로 단기적으로는 제설량을 증가시킬 수 있는 제설기 유형의 변화와 제설 시 냉각수를 이용할 수 있는 기술개발이 필요하고 스키리조트의 경제적 수입원을 대체할 수 있는 장기적 대응 방안이 수립되어야 할 것이다.

주

- 1) 연구 지역에 해당하는 각 리조트 제설담당자들이 제설작업의 계획 수립 시 사용하는 기상예보자료 제공 관측지점이다.
- 2) 양지리조트와 지산리조트의 제설담당자들은 실제 제설작업을 위한 계획 수립을 할 때에도 상호 자료를 공유하고 도움을 주고 받는다고 한다.
- 3) 강원용평 스키리조트와 양지리조트의 제설작업 시 실제 물 사용량의 자료를 수집하여 분석하였다. 각각의 리조트에서 자료 분실 등의 이유로 동일한 기간의 분석자료를 확보하지 못하였으나 가능한 많은 자료를 이용하여 분석하고자 하였다.
- 4) 양지리조트의 제설 시 저수량 확보를 위한 기존 담수량 대비 산출근거 자료에 의하면 스키시즌동안 눈 손실 및 눈 녹는 비중이 스키시즌을 약 80일이라고 하였을 때 30~40% 이상이므로 인공설을 만들 때 슬로프 적설량을 60cm 이상 유지하고 있다고 한다.
- 5) 지산리조트의 제설을 담당하고 있는 한상수 과장과 양지리조트의 김남일 팀장과의 면담 자료이다.
- 6) 스키리조트별 제설작업을 할 때는 제설기의 인공설 형성 기상조건이 제시될지라도 각 지역별 또는 제설팀별 제설작업의 경험을 바탕으로 제설작업이 이루어지는 경향이 있다. 강원용평 스키리조트와 양지리조트는 제설을 위한 일최저기온의 조건이 충족될 때 물량의 조절을 통하여 습도에 대한 조건을 보완하고 있다. 용평과 양지에 비하여 뒤늦게 스키리조트를 개장한 지산리조트는 습구온도를 고려하여 제설작업 시 필요한 인력 동원과 제설 장비의 효율성을 높이고 있다.

참고문헌

- Bicknell, S. and Mcmanus, P., 2006, The canary in the coalmine: Australian ski resorts and their response to climate change, *Geographical Research*, 44(4), 386-400.
- Bürki, R., Elsasser, H., Abegg, B., and Koenig, U., 2005, Climate change and tourism in the Swiss Alps, in Michael, H. and James, H. (eds.), *Aspects of Tourism: Tourism, Recreation and Climate Change*, Channel view publications, 155-163.
- Dawson, J., Scott, D., and Mcboyle, G., 2009, Climate change analogue analysis of ski tourism in the northeastern USA, *Climate Research*, 39, 1-9.

- Elsasser, H. and Bürki, R., 2002, Climate change as a threat to tourism in the Alps, *Climate Research*, 20(3), 253-257.
- Galloway, R. W., 1988, The potential impact of climate changes on Australian ski fields, in Pearman, G.(ed.), *Greenhouse: Planning for Climateic Change*, CSIRO, Melbourne, 428-437.
- Gangwon Regional Meteorological Administration, 2006, *Preliminary Study on the Development of Leisure Weather Index at Pyeongchang and Daegwallyeong area*, National Institute of Meteorological Research, Seoul (강원지방기상청, 2006, 평창과 대관령 지방의 레저(스키, 골프) 기상지수 개발을 위한 예비조사, 기상연구소, 서울).
- Harrison, S. J., Winterbottom, S. J., and Sheppard, C., 1999, The potential effect of climate change on the Scottish tourist industry, *Tourism Management*, 20(2), 203-211.
- Heo, I. H. and Lee, S. H., 2008a, A Study on climate changes and initial snow making of skiing ground, *Journal of Climate Research*, 3(2), 55-63 (in Korean).
- Heo, I. H. and Lee, S. H., 2008b, The impact of climate changes on ski industries in South Korea - in the case of the Yongpyong ski resort-, *Journal of the Korean geographical society*, 43(5), 715-727.
- Korea Ski Resort Business Association, 2009, *Report of Present Condition of Ski Resort* (한국스키장경영협회, 2009, 스키장 현황 보고서).
- König, U. and Abegg, B., 1997, Impacts of climate change on winter tourism in the Swiss Alps, *Journal of Sustainable Tourism*, 5(1), 46-58.
- Perry, A. H., 1997, Recreation and tourism, in Thompson, R. D. and Perry, A. H. (eds.), *Applied Climatology*, Routledge, London, 240-248.
- Scott, D., Jones, B., Lemieuz, C., McBoyle, G., Mills, B., Svenson, S., and Wall, G., 2002, *The Vulnerability of Winter Recreation to Climate Change in Ontario's Lakelands Tourism Region*, Occasional Paper 18, Department of Geography Publication Series, University of Waterloo, Waterloo.
- Scott, D., McBoyle, G., and Mills, B., 2003, Climate change and the skiing industry in southern Ontario (Canada): Exploring the importance of snowmaking as a technical adaptation, *Climate Research*, 23, 171-181.
- Scott, D., McBoyle, G., and Schwartzentruber, M., 2004, Climate change and the distribution of climatic resources for tourism in North America, *Climate Research*, 27, 105-117.
- Scott, D. and McBoyle, G., 2007, Climate change adaptation in the ski industry, *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 12(8), 1411-1431.
- Seo, C. B., 2005, *Leisure Industry Yearbook*, Korea Leisure Industry Research, Seoul (서천범, 2005, 레저백서, 한국레저산업연구소, 서울).
- Whetton, P. H., Haylock, M. R., and Galloway, R., 1996, Climate change and snow cover duration in the Australian Alps., *Climatic Change*, 32, 447-449.
- World Tourism Organization, 2003, *Climate Change and Tourism Proceedings of the First International Conference on Climate Change and Tourism*, Djerba 9-11 April. World tourism Organization, Madrid.
- 교신: 이승호, 143-701, 서울특별시 광진구 화양동 1번지 건국대학교 이과대학 지리학과(이메일: leesh@konkuk.ac.kr, 전화: 02-450-3380)
- Corresponding author: Seungho Lee, Department of Geography, Konkuk University, 1 Hwayang-dong, Gwangjin-gu, Seoul, 143-701, Korea (e-mail: leesh@konkuk.ac.kr, phone: +82-2-450-3380)
- 최초투고일 2010. 7. 16
수정일 2010. 8. 18
최종접수일 2010. 8. 19