

# 국내 지상부 사용(H3) 목재의 부후위험지수(Scheffer Index) 변화<sup>1</sup>

김 태 균<sup>2</sup> · 나 중 범<sup>3,†</sup>

## Change of Decay Hazard Index (Scheffer Index) for Exterior Above-Ground Wood in Korea<sup>1</sup>

Taegyun Kim<sup>2</sup> · Jong-Bum Ra<sup>3,†</sup>

### 요 약

본 연구는 최근의 기후변화가 국내 목재부후위험지수(Scheffer Index)에 미치는 영향을 파악하기 위하여 수행되었다. 국내 58개 장소에서 40년(1973~2012) 동안 축적된 기후자료를 활용하여 목재부후위험지수를 계산하였으며 기후 변화의 영향을 살펴보기 위하여 10년 간격으로 목재부후위험지수를 계산하였다. 제주도를 제외한 국내 대부분의 지역에서 목재부후지수는 35에서 65 사이로 목재부후위험이 중간 정도인 것으로 판명되었다. 그러나 최근 10년(2003~2012)의 경우 목재부후위험이 높은 곳( $\geq 65$ )으로 구분할 수 있는 지역이 지난 30년(1973~2012)에 비하여 상당히 많아졌으며 전반적으로 목재부후위험지수가 급격히 증가한 것으로 나타났다. 이러한 경향은 국내 기후가 아열대성 기후와 비슷하게 변하는 과정에서 목재부후와 밀접하게 관련된 기후인자인 온도, 강우량 및 강우일수 등이 증가한 것에 의해 설명할 수 있다.

### ABSTRACT

This research was performed to investigate the effect of recent climate changes on wood decay hazard index (Scheffer index) in Korea. The index was determined using a climate data of 58 different locations obtained from the website of Korea Meteorological Administration (KMA), and the wood decay hazard index was determined at the intervals of 10 years. Most of regions in Korea except Juju island showed wood decay hazard index values between 35 and 65, considered to be moderate decay hazard zones. But in recent 10 years (2003~2012), the wood decay hazard index was rapidly increased, resulting in showing many high decay hazard regions. The trend may be explained by the in

<sup>1</sup> Date Received June 17, 2014, Date Accepted July 28, 2014

<sup>2</sup> 경남과학기술대학교 건설환경공과대학 조경학과. Department of Landscape Architecture, Gyeongnam National University of Science and Technology, Jinju 660-758, Korea

<sup>3</sup> 경남과학기술대학교 건설환경공과대학 인테리어재료공학과. Department of Interior Materials Engineering, Gyeongnam National University of Science and Technology, Jinju 660-758, Korea

<sup>†</sup> 교신저자(corresponding author): 나중범(email: jb@gntech.ac.kr)

crease of temperature and precipitation. The recent climate change of Korea turning into the weather of subtropical region may explain the increase of wood decay hazard index.

**Keywords :** wood decay hazard index, Scheffer index, decay hazard map, climate changes, Korea

## 1. 서 론

목재부후위험지수(Wood Decay Hazard Index)란 목재가 사용되는 지역의 목재부후위험 정도를 평가하기 위하여 고안된 지수를 말한다. 이 지수는 온도, 강우량, 강우일수 등과 같은 정량적인 기후정보를 사용하여 지리적 위치에 따른 목재의 부후위험에 대해 기본적인 정보를 제공하기 위한 목적으로 사용되는데, 일반적으로 목재부후위험지수가 높은 곳일수록 목재의 부후가 더 빨리 진행되는 것으로 간주된다(Carll 2009; Larkin and Laks 2008; Morris and Wang 2008; Scheffer 1971). 전 세계적으로 가장 많이 사용되는 목재부후위험지수는 Scheffer 지수이며 이 값이 35 이하인 지역은 목재부후위험이 낮은 곳, 65 또는 70 이상인 지역은 목재부후위험이 높은 곳으로 분류된다(Beesley *et al.* 1983; Degroot 1982; Degroot and Esenther 1982; Foliente *et al.* 2002; Setliff 1986; Scheffer 1971).

Scheffer 지수를 이용한 목재부후위험지도(Wood Decay Hazard Map)는 유럽, 캐나다, 호주, 미국, 중국 등 세계각지에서 제작되었다(Brischke *et al.* 2001; Morris and Wang 2008; Setliff 1986; Scheffer 1971; Wang *et al.* 2007). 국내의 경우를 살펴보면 10년 또는 30년 기간 동안의 기상자료를 이용하여 목재부후위험지수가 계산되었으며 이를 이용하여 목재부후위험지도가 제작된 바 있다(Kim *et al.* 2011; Kim and Ra 2013). 이에 따르면 제주가 70 이상의 값을 보여 목재부후위험이 가장 높은 지역으로 판정되었으며, 나머지 지역의 경우 목재부후위험지수의 값이 35에서 70 사이로 부후위험이 중간 정도인 것으로 나타났다. 서울, 대전, 광주, 대구, 부산의 30년(1982~2011) 평균 목재부후위험지수의 값은 각각 57.2, 58.2, 54.1, 62.3, 52.7이었다. 그러나 2011년 목

재부후위험지수의 값은 각각 70.0, 71.1, 69.1, 62.3, 52.7로 큰 차이를 보이는 것을 알 수 있다. 최근 10년(2001~2010) 동안 목재부후위험지수의 변화를 살펴보면 70을 넘는 경우가 서울은 세 번(2003, 2007, 2010), 대전은 두 번(2007, 2010), 광주 다섯 번(2002, 2003, 2007, 2009, 2010), 대구 한 번(2007), 부산 두 번(2003, 2007)이었는데 이는 국내의 경우 기상조건에 따라 부후지수 값이 크게 변화할 수 있다는 것을 보여준다고 하겠다(Kim *et al.* 2011; Kim and Ra 2013).

본 연구는 최근의 기후변화가 목재부후위험지수(Scheffer Index)에 미치는 영향을 파악하기 위하여 수행되었다. 가능한 많은 자료를 통해서 국내 목재부후위험지수에 대한 기존의 연구를 보완하기 위한 목적으로 수행되었다. 국내 58개 장소에서 40년(1973~2012) 동안 축적된 기후자료를 활용하여 목재부후위험지수를 계산하였으며 10년과 30년을 기준으로 목재부후위험지도를 작성하였다. 또한 기후 변화가 부후지수에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 지역별로 목재부후위험지수의 30년 이동평균이 변화하는 경향을 조사하였다.

## 2. 재료 및 방법

1973년부터 2012년까지의 국내 기후자료를 기상청 웹사이트에서 다운받아 목재부후위험지수를 계산하였다. 국내에서는 현재 약 80개 지역에서 기후자료가 측정되고 있지만 58개 지역에서만 40년 이상의 기후자료가 축적되어 있다. 이에 본 연구에서는 58개 장소에서 40년 동안 측정된 온도와 강우량 자료를 이용하여 국내 목재부후위험지수를 아래의 공식에 의해 계산하였다.

Decay Hazard Index (Scheffer Index) =

$$\sum_{Jan}^{Dec} [(T-2)(D-3)]/16.7$$

where T is mean monthly average temperature (expressed in °C), D is mean number of days per month with 0.3 mm or more of precipitation,  $(T-2) \equiv 0$  if  $T < 2$  and  $(D-3) \equiv 0$  if  $D < 3$ .

원래 목재부후위험지수는 월간 0.25 mm 이상의 강우가 발생하는 일수를 사용한다. 그러나 국내 기상청 측정자료는 0.1 mm 간격으로 강우량을 측정하기 때문에 원래의 공식을 사용하기 어렵다. 따라서 0.30 mm를 사용하여 강우일수를 계산하였다는 점을 밝혀둔다.

목재부후위험지수를 계산하는 공식에서 상수 2와 3은 월평균 온도 2°C와 강우일수 3일이 되지 않는 경우 목재부후가 진행될 수 없다는 가정 하에 정해진 값이다. 이 기준에 따르면 국내의 경우 12월, 1월, 2월은 거의 부후가 진행되지 않는 기간으로 분류된다.

계산된 목재부후위험지수에 의거하여 국내부후위험지도가 작성되었다. 10년과 30년 간격으로 목재부후위험지수의 값을 산출한 후 이를 이용하여 목재부후위험지도도를 작성하였다. 일반적으로 30년을 기준으로 목재부후위험지도가 작성되지만 10년 간격으로 계산된 부후위험지수를 이용하여 부후지도도를 제작한 것은 최근 기후변화가 목재부후위험지수에 미치는 영향을 알아보기 위함이다. 또한 이 영향을 명확히 알아보기 위하여 목재부후위험지수의 30년 이동평균이 보여주는 경향을 조사하였다.

### 3. 결과 및 고찰

국내 58개 지역에서 40년 동안 측정된 기상자료를 이용하여 계산된 목재부후위험지수는 Table 1에서 볼 수 있다. 일반적으로 30년을 기준으로 계산되지만 기상변화에 따른 목재부후위험지수의 변화를 알아보기 위해서 30년(1983~2012) 뿐 아니라 10년(1973~1982, 1983~1992, 1993~2002, 2003~2012)을 기준으로 목재부후위험지수를 계산하였다. 30년

(1983~2012) 평균 Scheffer 지수를 볼 때 목재부후위험이 높은 지역(Scheffer 지수  $\geq 65$ )은 서귀포와 제주시로 각각 76.4와 70.4의 값을 보여주었으며 나머지 모든 지역은 목재부후위험이 중간( $35 \leq$  Scheffer Index  $\leq 65$ )인 것으로 나타났다. 조사된 58개 지역 중에서 목재부후위험지수가 60을 넘는 지역은 강릉(61.2), 광주(63.6), 전주(64.2) 세 지역에 불과하였으며, 40에서 50 사이의 값을 가진 곳이 8곳, 나머지 지역은 50에서 60 사이의 값을 보여준다.

목재부후위험지수의 변화 추이는 10년 간격으로 계산된 부후위험지수를 살펴보면 명확해진다. 1973년부터 1982년, 1983년부터 1992년, 1993년부터 2002년 계산된 목재부후위험지수의 경우 지수 값이 40에서 50 사이인 지역이 총 58개 지역 중에서 각각 37, 21, 33곳으로 나타났다. 그러나 2003년부터 2012년을 기준으로 계산하였을 경우 목재부후위험지수가 40에서 50 사이인 지역이 강화(48.9)와 영덕(49.6) 두 곳 뿐으로 전반적으로 목재부후위험지수의 값이 최근 10년 사이에 증가한 것을 알 수 있다. 부후지수 65 이상의 지역을 부후위험이 높은 지역으로 정의할 경우 1973년부터 1982년, 1983년부터 1992년, 1993년부터 2002년의 경우 서귀포와 제주시만 부후위험이 높은 지역으로 판단되었지만 최근 10년(2003년부터 2012년)의 경우 강릉(65.6), 광주(69.1), 대전(66.6), 서귀포(81.7), 원주(66.0), 전주(68.8), 정읍(65.2), 제주시(75.0)로 총 8개 지역으로 증가한 것을 알 수 있다.

최근 10년 동안의 목재부후위험지수를 근거로 고위험지역(Scheffer Index  $\geq 65$ )으로 분류된 8개 지역의 기상자료는 Table 2에서 볼 수 있다. 온도와 강우량 모두 증가하고 있다는 것을 보여주는데 이러한 경향은 강우량에 있어서 더욱 명확하게 볼 수 있다. 최근 10년(2003~2012)을 살펴보면 부후위험이 고위험지역인 경우 대부분의 강우량이 40년 전과 비교하여 약 200 mm에서 300 mm 정도 증가한 것을 볼 수 있다. 서귀포시의 경우 최근 10년 동안 평균 강우량이 2038 mm로 1973년부터 1982년의 1697.8 mm와 비교할 때 341 mm의 최대 증가를 보여준다. 온도와 강우량의 증가는 목재부후위험을 증가시키는 주요원

**Table 1.** Decay hazard index (Scheffer Index) values calculated from weather data for the period 1973~2012

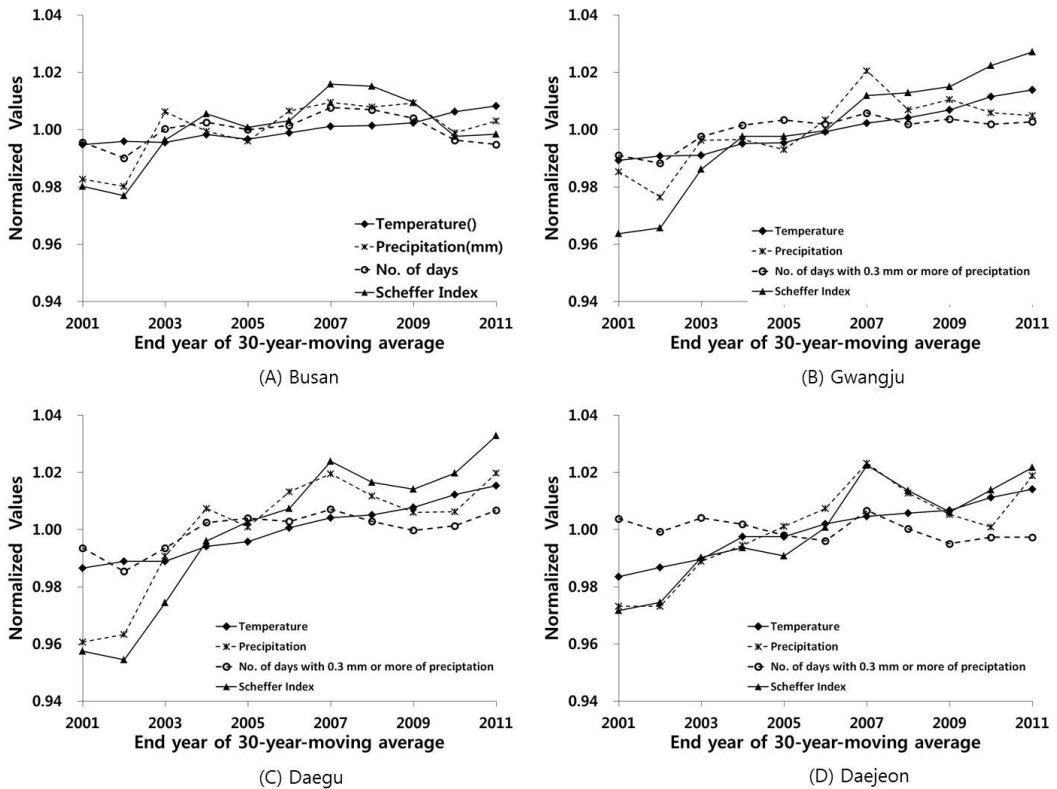
Location	Decay Hazard Index				
	1973~1982	1983~1992	1993~2002	2003~2012	1983~2012
Gangneung	53.2	58.8	59.2	65.6	61.2
Ganghwa	41.8	45.5	42.7	48.9	45.7
Geochang	49.3	46.8	48.2	60.1	51.7
Goheung	51.3	52.8	46.8	56.4	52.0
Gwangju	55.9	61.1	60.6	69.1	63.6
Gumi	45.6	46.9	46.9	59.2	51.0
Gunsan	46.3	50.0	47.2	59.6	52.3
Geumsan	47.6	54.0	49.3	61.3	54.8
Namwon	53.0	54.5	53.7	64.2	57.5
Namhae	49.6	55.5	51.7	57.7	55.0
Daegwallyeong	44.7	50.2	49.3	54.3	51.3
Daegu	48.5	50.9	51.2	62.4	54.9
Daejeon	55.9	55.9	53.9	66.6	58.8
Mokpo	46.9	54.3	48.7	56.0	53.0
Mungyeong	52.8	51.3	48.9	57.8	52.7
Miryang	49.9	50.8	48.3	58.8	52.7
Boryeong	46.7	50.1	44.0	57.7	50.6
Boeun	46.9	46.9	45.5	62.4	51.6
Busan	51.2	51.7	51.4	56.3	53.1
Buan	46.4	47.6	46.4	58.9	51.0
Buyeo	50.4	50.2	48.8	59.2	52.7
Sancheong	53.7	51.9	48.7	61.6	54.1
Seogwipo	76.4	74.7	72.8	81.7	76.4
Seosan	45.9	48.3	43.9	55.8	49.3
Seoul	49.5	55.4	54.8	63.3	57.8
Sokcho	49.5	54.6	52.3	62.9	56.6
Suwon	45.7	49.1	50.7	58.7	52.8
Suncheon	59.6	55.4	55.3	64.5	58.4
Yangpyeong	49.1	50.4	47.9	62.2	53.5
Yeosu	47.3	47.9	47.4	57.8	51.0
Yeongdeok	40.8	44.2	40.5	49.6	44.8

Table 1. Continued

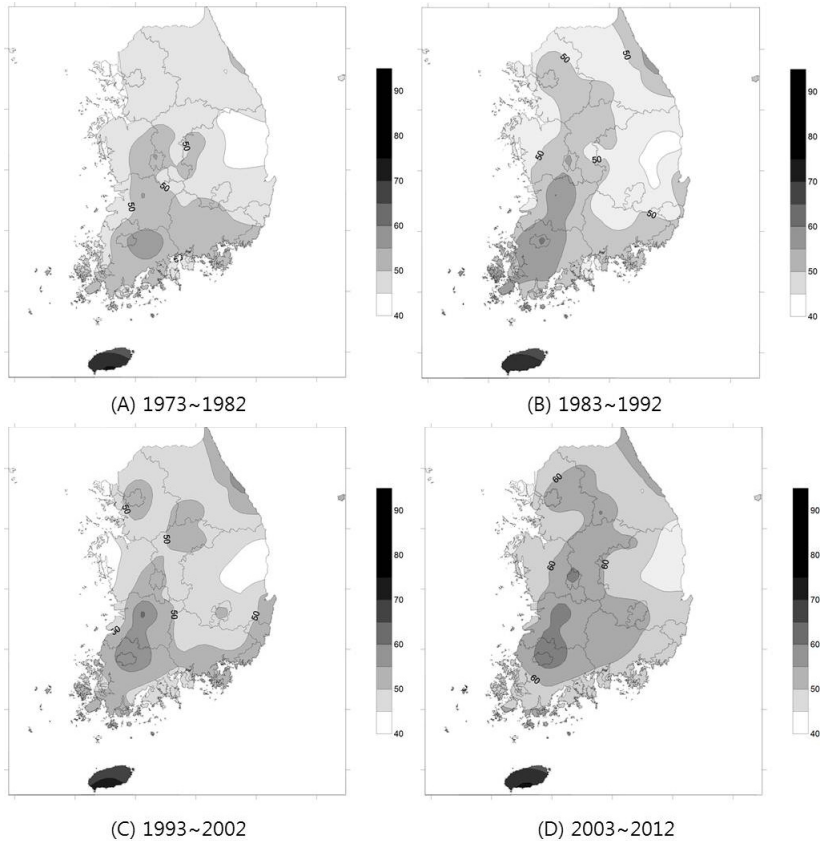
Location	Decay Hazard Index				
	1973~1982	1983~1992	1993~2002	2003~2012	1983~2012
Yeongju	44.7	46.8	49.5	61.3	52.5
Yeongcheon	46.8	42.9	44.9	56.4	48.1
Wando	47.8	52.2	51.3	60.3	54.6
Ulsan	48.9	49.3	51.5	59.2	53.3
Uljin	46.4	46.7	45.7	51.6	48.0
Wonju	49.7	53.4	54.7	66.0	58.0
Uiseong	44.4	44.7	43.6	54.3	47.5
Icheon	47.5	51.7	47.8	57.3	52.3
Inje	46.0	45.5	47.0	56.7	49.7
Incheon	41.8	45.5	46.5	54.6	48.9
Imsil	53.2	55.9	53.3	62.8	57.3
Jangheung	51.2	57.0	49.8	59.5	55.4
Jeonju	56.3	61.4	62.3	68.8	64.2
Jeongeup	48.2	53.6	55.2	65.2	58.0
Jeju	69.2	69.1	67.1	75.0	70.4
Jecheon	46.5	49.2	49.2	58.4	52.3
Jinju	51.1	51.3	51.3	61.1	54.6
Cheonan	48.8	48.4	45.6	59.2	51.1
Chongju	54.3	55.0	50.8	64.6	56.8
Chupungnyeong	52.1	51.8	49.3	59.7	53.6
Chuncheon	49.4	47.2	47.2	60.9	51.7
Chungju	47.1	53.0	53.2	64.0	56.7
Tongyeong	51.9	53.9	52.2	56.8	54.3
Pohang	48.3	53.5	52.1	56.8	54.1
Hapcheon	53.3	45.3	49.0	64.0	52.8
Haenam	55.1	55.2	51.0	57.5	54.6
Hongcheon	48.4	47.7	46.8	59.6	51.4

**Table 2.** Change of mean temperatures and precipitations per 10 years from 1973 to 2012

Location	Mean Temperature (°C)				Mean Precipitation (mm)			
	1973	1983	1993	2003	1973	1983	1993	2003
	1982	1992	2002	2012	1982	1992	2002	2012
Gangneung	12.7	12.9	13.4	13.3	1304.9	1508.2	1418.5	1540.5
Gwangju	13.2	13.6	13.9	14.2	1322.8	1414.5	1313.3	1516.3
Daejeon	11.9	12.6	12.9	13.0	1246.8	1353.9	1401.2	1474.8
Seogwipo	15.9	16.3	16.8	17.1	1697.8	1929.7	1941.9	2038.5
Wonju	10.3	10.8	11.5	12.0	1207.8	1357.7	1274.9	1526.9
Jeonju	12.9	13.0	13.6	13.7	1196.1	1337.0	1275.4	1393.8
Jeongeup	12.5	13.0	13.2	13.4	1263.8	1264.8	1312.2	1476.8
Jeju	15.3	15.5	16.0	16.1	1396.1	1525.2	1474.4	1579.6



**Fig. 1.** Change of temperature, number of days with precipitation  $\geq 0.30$  mm, the amount of precipitation, and Scheffer index expressed by relative variables.



**Fig. 2.** Aboveground wood decay hazard maps based on 10-years-climate data for the period between 1973~2012.

인으로 간주된다.

기후의 변화에 따른 목재부후위험지수의 증가 경향은 Fig. 1에서도 찾아볼 수 있다. Fig. 1은 1972년부터 2011년까지 40년 동안의 자료로 계산된 온도, 강수량, 강우일수 및 목재부후위험지수의 평균 값을 분모로 하고 각 변수들의 30년 평균값을 분자로 하여 계산된 목재부후위험지수 및 기후인자들의 변화 추이를 보여주는데, 이 값이 1이 나올 경우 평균값과 같은 값으로 변화가 없다는 것을 의미한다. 부산의 경우 약간 감소하고 있는 것으로 보이지만 대구, 대전, 광주 등의 경우 모든 인자들이 점진적으로 증가하고 있는 것을 알 수 있다. 물론 이러한 변화 경향은 10년을 기준으로 관찰하였을 때 더 명확하게 나타나지

만, 대부분의 기후관련 데이터 분석이 30년을 기준으로 한다는 것을 고려할 때 30년 이동평균값을 이용한 Fig. 1은 최근의 기후변화 뿐 아니라 목재부후위험지수의 변화 추이를 보여주는 정확한 근거가 될 수 있다. 10년 간격으로 계산된 Scheffer 지수로 작성된 국내 부후위험지도는 Fig. 2에서 볼 수 있다. 최근 10년(2003~2012)의 기상자료로 작성된 부후위험지도를 보면 60 이상이 되는 곳의 면적이 이전 기간(1983~2012) 동안의 면적보다 상당히 증가한 것을 볼 수 있다. 결국 국내 목재부후 위험은 점점 증가하는 추세를 보인다고 하겠다.

## 4. 결 론

국내 58개 장소에서 40년 동안 축적된 기후자료를 바탕으로 Scheffer 지수의 변화에 대한 연구로부터 다음과 같은 결론을 도출할 수 있다.

1. 제주도를 제외한 국내 대부분의 지역은 목재부후위험이 중간정도인 것으로 판단된다.
2. 30년 이동평균의 변화는 기후 및 목재부후위험지수가 점진적으로 증가하고 있다는 것을 보여준다.
3. 10년을 기준으로 하였을 때 목재부후에 관련된 기후 조건은 최근 급격히 변화하고 있는 것을 알 수 있으며 이에 따라 목재부후위험도 상당히 높아지고 있는 것을 알 수 있다.
4. 이러한 경향이 계속된다는 것을 가정할 때 목재의 보존처리가 더 적절히 수행되어야 할 것이다.

## 사 사

이 논문은 2013년도 경남과학기술대학교 기성회 연구비 지원에 의하여 수행되었습니다.

## REFERENCES

- Beesley, J., Creffield, J.W., Saunders, I.W. 1983. An Australian test for decay in painted timbers exposed to the weather. *Forest Products Journal* 33(5): 57-63.
- Brischke, C., Frühwald Hansson, E., Kavurmaci, D., Thelandersson, S. 2011. Decay hazard mapping for Europe. IRG/WP 11-20463. IRG Secretariat, International Research Group on Wood Preservation, Stockholm.
- Carl, C.G. 2009. Decay hazard (Scheffer) index values calculated from 1971~2000 climate normal data. General Technical Report FPL-GTR-179 Madison, WI: United States Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory.
- Degroot, R.C. 1982. An assessment of climate index in predicting wood decay in houses. *Durability of Building Materials* 1. Elsevier, Amsterdam.
- Degroot R.C., Esenther, G.R. 1982. Microbial and entomological stresses on the structural use of wood. Pages 219-245 in RW Mayer and RM Kellog, eds. *Structural use of wood in adverse environments*. Van Nostrand and Reinhold Co., New York.
- Foliente, G., Leicester, R.H., Wang, C.H., Mackenzie, C., Cole, I. 2002. Durability design for wood construction. *Forest Products Journal* 52(1): 10-19.
- Kim, T., Ra, J.B., Kang, S.M., Wang, J. 2011. Determination of Decay Hazard Index (Scheffer Index) in Korea for Exterior Above-Ground Wood. *Journal of The Korean Wood Science and Technology* 39(6): 531-537.
- Kim, T., Ra, J.B. 2013. Decay Hazard (Scheffer) Index Values in Korea for Exterior Aboveground Wood. *Forest Products Journal* 63(3/4): 91-94.
- Larkin, G.M., Laks, P.E. 2008. To decay or not to decay: An accelerated field test of the validity of the Scheffer index. International Research Group on Wood Preservation, IRG/WP 08-20392, IRG Secretariat, Stockholm, Sweden.
- Morris, P.I., Wang, J. 2008. A new decay hazard map for north America using the Scheffer index. International Research Group on Wood Preservation, IRG/WP 08-10672, IRG Secretariat, Stockholm, Sweden.
- Scheffer, T.C. 1971. A Climate index for estimating potential for decay in wooden structures above ground. *Forest Products Journal* 21(10): 25-31.
- Setliff, E.C. 1986. Wood decay hazard in Canada based on Scheffer's climate index formula. *Forestry Chronicle*, October 1986: 456-459.
- Wang, J., Wu, X., Jiang, M., Morris, P.I. 2007. Decay hazard classifications in China for Exterior Above-Ground Wood. International Research Group on Wood Preservation, IRG/WP 07-20357, IRG Secretariat, Stockholm, Sweden.