한국농림기상학회지, 제14권 제2호(2012)
Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology, Vol. 14, No. 2, (2012), pp. 71~78
DOI: 10.5532/KJAFM.2012.14.2.071
ⓒ Author(s) 2012. CC Attribution 3.0 License.

강화지역의 기후특성 분석을 통한 '강화약쑥'의 생육 환경 연구

안중배[1] · 허지나[1*] · 정해곤[2] · 박종호[2]
[1]부산대학교 지구환경시스템학부, [2]강화군 농업기술센터
(2012년 1월 9일 접수; 2012년 6월 17일 수정; 2012년 6월 30일 수락)

Study on the Growth Environment of 'Gangwha-mugwort' Through the Climatological Characteristic Analysis of Gangwha Region

Joong-Bae Ahn[1], Jina Hur[1*], Hae Gon Jung[2] and Jong-Ho Park[2]
[1]*Division of Earth Environment, Pusan National University, 30 Jangjeon-dong, Geumjeong-gu, Busan 609-735, Republic of Korea*
[2]*Gangwha Agricultural Technology Service Center, Gangwha, Korea*
(Received January 9, 2012; Revised June 17, 2012; Accepted June 30, 2012)

ABSTRACT

Eupatilin, one of representative medical components of mugwort, can be efficiently extracted from the 'Gangwha Sajabalssuk'. The Eupatilin content may depend on environmental factors such as soil and regional climate in addition to a genetic factor and Gangwha region has a profitable environmental condition for the mugwort growth. In this study, the climatological characteristics of Gangwha was analyzed in order to find the environmental condition of mugwort containing high Eupatilin in term of atmospheric, oceanographic and land variables. The climate of Gangwha is characterized by the relatively low daily temperature and large diurnal variation with plenty of solar radiation, long sunshine duration and less cloudiness. According to our correlation analysis, the long sunshine duration and the large diurnal temperature variation are highly correlated with the Eupatilin contents. The result implies that Gangwha has the favorable conditions for the cultivation and the habitat of the high-Eupatilin concentrated mugwort. Because of the sea surrounding Gangwha Island with low salinity and moderate wind, the salt contained in sea breeze is relatively low compared to other regions. Furthermore, Gangwha has clean atmospheric environment compared to other regions because the concentrations of toxic gases harmful to crop growth such as nitrogen dioxide (NO_2), sulfite gas (SO_2) and fine dust (PM-10) are lower in the air. The ozone (O_3) concentration is moderate and within the level of natural production. It is also found that moderately coarse texture or fine loamy soils known as good for water drainage and for the growth and cultivation of the 'Gangwha-mugwort' are distributed throughout the areas around mountainous districts in Gangwha, coinciding with those of mugwort habitat.

***Key words*: Gangwha-mugwort, Eupatilin, Mugwort, Correlation analysis**

I. 서 론

약쑥에 함유된 Eupatilin은 위궤양과 장질환, 위암 치료(Jang *et al.*, 2003; Park *et al.*, 2006; Kim *et al.*, 2005) 및 췌장, 간질병 치료(Park *et al.*, 2006)에 효과적인 대표적 약리 성분이다. 이러한 효능을 지닌 Eupatilin은 환경적 요인에 의존적인 특징(Ryu *et al.*, 2005; Ryu, 2008a)을 가지고 있는 것으로 보고되어있

* Corresponding Author : Jina Hur
(hjn586@pusan.ac.kr)

다. Ryu(2008a)는 2004년부터 2006년까지 전국에서 수집한 210점의 약쑥 잎에 대해 Eupatilin 성분을 비교 분석하여 강화도를 중심으로 한 백령도, 당진 지역에서 생산되는 약쑥이 높은 Eupatilin 함량을 갖는 것을 밝혔다.

Eupatilin이 고함유된 '강화약쑥'의 재배환경 구명은 지금까지 몇몇 선행 연구를 통해 시도되었다. Ryu (2008a)는 '강화약쑥'의 높은 Eupatilin 함량을 약쑥종에 따른 유전학적 측면에서 접근하여 설명하고자 하였다. 그러나 저자는 유전학적으로 유효성분 함량이 높게 함유된다고 알려진 강화지역의 '사자발쑥'을 2005년 수원, 서울 등 다른 지역에서 재배한 결과 약쑥 잎의 Eupatilin 성분 함량이 강화지역에서 재배되었을 경우보다 낮게 함유된다는 결과를 제시하였다. 이러한 분석은 약쑥의 품질이 유전요인과 더불어 토양과 기상조건 등과 같은 환경요인에 의해 영향을 받으며, 강화지역이 Eupatilin이 고함유된 약쑥을 생산하는데 유리한 생육환경을 가지고 있다는 것을 의미한다. Ryu (2008a)는 특히 2007년 강화, 서울, 수원, 인천지역의 Eupatilin 함량 변이와 기상요인과의 상관 관계를 분석하여 약쑥 품질에 대한 기상환경의 영향을 평가하였다. Ryu(2008b)는 추가적인 연구를 통해 풍부한 햇볕과 염분이 포함된 해풍의 영향을 받는 곳에서 자라난 '강화약쑥'이 내륙에서 자라는 쑥보다 Eupatilin 함유량이 높으며, 약쑥은 토양의 종류보다는 배수가 양호하고 풍부한 일사가 있는 곳에서 생육될 때 유효성분을 풍부하게 함유할 수 있다고 주장하였다. 그러나 이들 연구는 특정한 한 해에 대한 제한된 분석 결과로서 약쑥에 함유된 Eupatilin과 강화도의 생육 환경과의 관계를 설명하기에는 미흡하였다. 또한 Ryu(2008b)는 강화지역의 토양 환경 및 국지적 기후 그리고 해양학적 환경에 대해 정성적으로 설명하고 있어 객관적인 관측 자료를 바탕으로 한 '강화약쑥'의 생육환경에 대한 보다 정량적인 분석이 필요하다.

따라서 본 연구에서는 Eupatilin이 고함유된 약쑥의 기상학적 생육환경을 구명하기 위하여 강화지역을 포함하는 주변지역에서 관측된 기상 자료를 이용하여 강화지역의 기상학적 특성을 비교하였다. 또한 Ryu(2008a)가 조사한 약쑥의 Eupatilin함유량 자료를 이용하여 재배지역별, 채취시기별 Eupatilin 함유량과 기상요인과의 상관관계를 재분석하였다. 또한 강화 인근 해역을 포함한 한반도 인근 해안에서 관측된 해양자료와 강화 및 인근 지역에서 관측된 대기질 자료도 분석하였다. 마지막으로 30m 단위의 토양 자료를 이용하여 강화지역의 다양한 환경학적 특성도 살펴보았다.

II. 재료 및 방법

'강화약쑥'의 기상학적 생육환경을 구명하기 위해 재배지역별 Eupatilin 함유량 자료로 Ryu(2008a)에 의해 2004년부터 2006년까지 전국적으로 수집된 210점의 약쑥종 중에서 Eupatilin이 추출된 강화, 백령도, 덕적도, 안면도의 자료를, 채취시기에 따른 함유량 자료로 2004년부터 2006년까지 3년간 5월 10일부터 6월 30일까지 10일 간격으로 추정된 수확시기별 함유량 자료를 이용하였다.

강화의 기상학적 환경을 구명하기 위해 1971년부터 2000년까지 생육기간(3월부터 6월까지)과 12개월 동안 평균된 강화지역과 유사한 환경으로 추정되는 동일 경도상의 서해안 지역에 위치하는 인천, 서산, 보령, 군산, 목포와 강화와 인접한 서울, 수원지역의 기상 자료를 활용하였다. 재배지역별, 채취시기별 Eupatilin 함유량과 기상요소와의 관계를 분석하기 위해 2004년부터 2006년까지 3년 평균된 강화지역, 백령도, 덕적도 안면도 기상 자료와 이 기간 내 5월 10일부터 6월 30일까지 10일 단위로 평균된 기상 자료도 사용되었다. 단, 강수와 일조시간은 누적한 값을 분석하였다. 해양 자료는 강화군 남쪽 해안에 위치하는 인천연안과 한반도 주변 해안에 위치하는 9개의 정점 자료로써 1999년부터 2008년까지 10년 평균된 월 평균 수온과 염분 농도 자료를 이용하였다. 대기질 관측 자료는 2004년부터 2008년까지 5년 평균된 아황산가스, 이산화질소, 미세먼지, 오존 등에 관한 자료로써 강화군의 북쪽에 위치해있는 송해면과 강화도와 동일 경도상의 서해안에 위치하는 인천, 서산, 군산, 목포, 그리고 강화도와 인접한 서울, 수원을 포함하여 총 7개 지점의 자료를 사용하였다. Fig. 1은 본 연구에서 활용된 기상 자료, 해양 자료 그리고 대기질 자료의 관측 지점을 나타낸 것이다.

토양 자료는 국가수자원관리종합정보시스템에서 제공하는 강화지역에 대한 30m × 30m의 고해상도 토양종류, 토양 배수도 그리고 토양 피복도 자료를 이용하였다(Water Management Information System, 2006). Fig. 2는 강화의 상세 지형 및 약쑥 재배농가 현황을

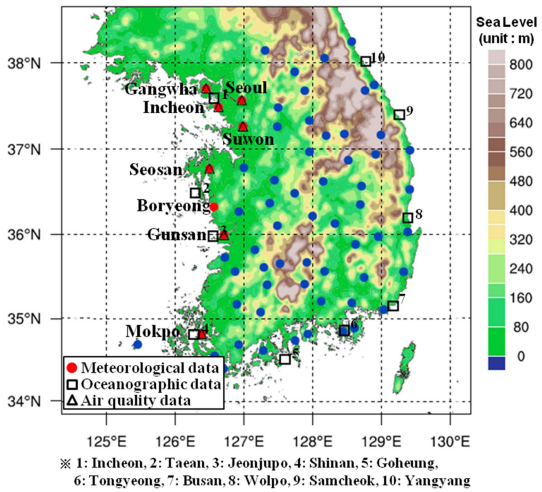

Fig. 1. The topography(m) of South Korea and locations of the use of meteorological (red filled circle), oceanographic (black quadrangle), and air quality (black triangle) data.

나타낸 것으로 토양 분포도와 '강화약쑥'의 주요생산지를 비교 분석하기 위하여 사용된 강화군농업기술센터에서 제공하는 2008년부터 2009년까지 평균된 재배농가 분포도이다.

III. 결과 및 고찰

3.1. 강화의 기상학적 특성

30년 평균된 기상자료를 비교 분석한 결과, 강화의 기후특성은 생육기간 동안 서해안에 위치하는 5개 지점과 인근에 위치하는 2개 지점보다 상대적으로 기온, 풍속, 상대습도가 낮고 강수량, 운량이 적으며 일교차와 연교차가 크고, 일조시간이 길게 나타났다(Table 1).

표에 따르면 생육시기 동안의 강화도 평균 기온은 8개 지점 중에서 가장 낮은 12.8°C로 평균 13.4°C보다 0.6°C 정도 낮았고, 일교차는 생육기간과 12개월 동안 각각 10.8°C, 10.1°C의 값으로 8개 지점 중에서 수원 다음으로 보령지역과 함께 가장 높았다. 일반적으로 수증기량이 적은 내륙에서 큰 일교차를 가지는 특성을 고려한다면 해양에 인접한 강화와 보령지역은 상대적으로 내륙에 위치한 다른 지역의 일교차와 비교해 볼 때 크다는 것을 알 수 있다. 생육기간 동안 누적 강수는 351mm로 평균 360mm보다 9mm 적었으나 12개월 동안 누적 강수는 1317mm로 평균 1234mm보다 83mm 많았다. 생육기간 동안의 평균 풍속은 1.8m/s로 수원과 함께 가장 낮게 관측되는데, 이러한 결과는 내륙에 위치하는 서울, 수원지역과 비교하여 낮거나 유사한 수준으로 강화지역이 약한 해풍의 영향을 받는다는 것을 의미한다. 생육기간 동안의 평균 상대습도의 경우 강화지역이 69%로 평균 71%보다 2% 낮게 관측되었으며, 연평균의 경우 서울, 인천 다음으로 가장 낮은 72%로 평균 73%보다 1% 낮게 관측되었다. 생육기간 동안 일조시간은 952hr로 평균 854hr보다 98hr 길며, 운량은 49%로 8개 지점 중에서 가장 적어 강화도는 상대적으로 일사가 풍부한 것으로 나타났다.

특히 강화지역의 낮은 기온과 큰 연교차, 일교차는 인근 지역이나 서해안 지역과 비교해 매우 낮고 크게 나타나는데, 이는 단순한 위도나 해안과의 거리 차이

Table 1. The averaged meteorological values during the growing season in mugwort observed at stations located the same longitude and latitude with Gangwha region

Station \ Factor	Temp. (°C)	Daily Temp. Range (°C)	Accumulated Prec. (mm)	Wind Speed (m/s)	Humidity (%)	Duration of Sunshine (hr)	Cloudiness (10%)
Gangwha	12.8(10.9)	10.8(10.1)	351(1317)	1.8(1.6)	69(72)	952(2510)	4.9(4.7)
Incheon	12.9(11.7)	8.0(7.6)	314(1152)	3.6(3.3)	70(70)	874(2337)	5.0(4.8)
Seosan	13.1(11.7)	10.8(10.0)	362(1232)	2.6(2.3)	72(75)	868(2223)	5.2(5.2)
Boryeong	13.1(12.1)	10.7(9.8)	368(1237)	2.1(2.0)	73(76)	864(2540)	5.2(5.2)
Gunsan	13.5(12.6)	8.3(7.8)	377(1201)	4.2(3.9)	75(75)	812(2162)	5.2(5.2)
Mokpo	14.2(13.8)	8.9(8.3)	399(1125)	4.1(4.2)	73(73)	785(2164)	5.5(5.4)
Seoul	14.2(12.2)	9.7(8.7)	358(1344)	2.7(2.4)	64(67)	820(2114)	5.3(5.1)
Suwon	13.5(10.9)	11.0(11.3)	351(1267)	1.8(1.4)	69(72)	856(2198)	5.1(5.2)
Mean	13.4(12.0)	9.8(9.2)	360(1234)	2.9(2.6)	71(73)	854(2281)	5.2(5.1)

※The Average Value from March to June (the Average Annual Value)

Table 2. Correlation coefficients between the meteorological factors during the growing season and the Eupatilin status of the mugwort leaves on collection region

에 의한 것이 아니라 강화지역의 고유한 기후학적 특성임을 알 수 있다. 큰 일교차 이외에도 일사량이 풍부한 기후 환경은 작물이 생육하기 좋은 환경을 제공한다(Park, 2008). 또한 강한 해풍은 작물 생장에 유해한 반면 적당한 해풍은 작물의 병해충 발생률을 낮게 하며 작물의 미네랄과 영양소를 풍부하게 하는 유익한 환경을 제공해준다는 점을 고려하면 강화지역의 낮은 풍속은 약쑥을 포함하여 다양한 작물의 생장에 유익하다(Kim *et al.*, 2010; Purty *et al.*, 2008; He and Cramer, 1992).

3.2. 기상환경과 약쑥의 유효성분과의 상관분석

재배지역별, 수확시기별 Eupatilin 함유량과 기상요소와의 상관분석을 통해 평균기온이 낮고 일교차와 일조시간이 큰 기후학적 환경이 유효 성분이 많이 축적된 약쑥 생산에 유리한 환경으로 추정되었다.

Ryu(2008a)의 분석에 따르면 남한지역 중 강화(214.5±10.9mg/100gleaves), 백령도(188.8±18.1mg/100gleaves), 덕적도(12.5±5.3mg/100gleaves), 안면도(10.4mg/100gleavs)에서 채취된 약쑥에서만 Eupatilin이 검출되었다. 저자는 수집기간(2004-2006) 동안 48개 지역에 대해 1년 단위로 약쑥을 수집한 것이 아니라 3년에 걸쳐 이 지역들의 약쑥을 수집하여 조사하였다(Ryu, 2008a). 따라서 재배지역별 Eupatilin의 함유량과 기상요소와의 관계를 살펴보기 위하여 약쑥 잎에서 Eupatilin이 추출된 4개 지점의 Eupatilin 함유량과 수집기간 동안 평균된 생육기간의 기상요소와의 상관을 분석하였다(Table 2). 여기서 분석된 기상요소는 평균 기온, 일교차, 강수량, 풍속이다.

표에 따르면 온도의 경우 평균 상관값이 -0.5로 Eupatilin 함량과 높은 부의 상관을 가지고 있어, 온도가 낮은 환경일 때 Eupatilin이 고함유된 약쑥이 생산될 가능성이 높았다. 반면, 일교차와 풍속의 평균 상관값은 모두 0.3으로, 두 기상요소와 약쑥의 유효성분 함유량은 정의 상관을 보임으로서 일교차와 풍속이 클수록 '강화약쑥'의 Eupatilin 함유량이 풍부해질 가능성이 높았다. 강수의 경우 3월과 6월에서 부의 상관을 보였다. 그러나 t-검정에 의해 구해진 90%와 80%의 신뢰구간에 대한 한계 수준이 각각 0.9, 0.8임을 고려할 때, 분석된 상관값이 통계적으로 유의하지 못했다.

Ryu *et al.*(2007)에 의하면 채취시기에 따라 약쑥의 Eupatilin 함량이 크게 변화하는데 특히 수확시기인 5월과 6월 사이의 함량 변이가 큰 것으로 알려졌는데, 이와 같이 수확시기에 나타나는 불규칙적인 유효성분 함량은 단기간의 기상 변화가 Eupatilin 함량에 영향을 미칠 수 있다는 가능성을 제시하였다. 따라서 채취시기에 따른 단기간의 기상환경조건과 유효 성분 함량간의 상관관계를 분석하였다(Table 3). 여기서 함유량 자료는 Ryu *et al.*(2007)에서 검출한 자료를 사용하였으며, 기상자료는 채취시기 전 10일 동안 평균된 자료를 활용하였다. 단, 강수와 일조시간은 누적한 값을 사용하였다.

표에 따르면 Eupatilin과 기온, 강수량 그리고 상대습도와의 평균적인 상관값은 각각 -0.4, -0.3, -0.4로 기온이 낮고 강수량이 적으며, 상대습도가 낮은 대기환경에서 Eupatilin이 고함유된 약쑥이 생산될 가능성이 높았다. 반면 일교차와 일조시간은 유효성분 함유량과 0.5, 0.6의 정의 상관값을 가지고 있어 일교차가 크고 일조시간이 길 때 유효성분이 고함유될 가능성이 높은 것으로 분석되었다. 특히 일조시간의 경우 2004년과 2005년 두 해에 걸려 90% 신뢰구간(임계값: 0.73)에 포함되어 다른 변수와 비교해 볼 때 상대적으

Table 2. Correlation coefficients between the meteorological factors during the growing season and the Eupatilin status of the mugwort leaves on collection region

Meteorological Factor	Growing Season				
	Mar	Apr	May	Jun	Mean
Temperature	-0.7	-0.2	-0.5	-0.7	-0.5
Daily Temp. Range	0.3	0.3	0.6	0.2	0.3
Accumulated Prec.	-0.6	0.2	0.7	-0.8	-0.1
Wind Speed	0.1	0.3	0.3	0.3	0.3

※(**)90% confidence interval: ±0.9, (*)80% confidence interval: ±0.8

Table 3. Correlation coefficients between meteorological factors and Eupatilin status of the mugwort leaves according to harvesting date in 3-years

Meteorological Factor	Year			
	2004	2005	2006	Mean
Temperature	0.2	-0.9**	-0.5	-0.4
Daily Temp. Range	0.5	0.9**	0.2	0.5
Accumulate Prec.	-0.1	-0.3	-0.4	-0.3
Wind Speed	-0.3	0.2	0.1	0.0
Humidity	-0.4	-0.7**	-0.2	-0.4
Duration of sunshine	0.8**	0.8**	0.1	0.6

※(**)90% confidence interval: ±0.73, (*)80% confidence interval: ±0.61

로 유의한 상관을 가지는 것을 알 수 있었다. 풍속의 경우 평균적으로 0.0의 상관값을 가지고 있어 약쑥의 유효성분 함유량과는 연관성이 없는 것으로 보였다.

따라서 통계적으로 유의한 수준은 아니지만 약쑥의 유효성분과 평균기온은 부의 상관을, 일교차와 일조시간은 정의 상관을 가지고 있어, 결과적으로 강화지역은 주변 지역과 비교해 볼 때 일조시간이 길며 일교차가 크기 때문에 Eupatilin과 같은 유효성분의 함량이 많은 약쑥의 재배 및 서식처로써 적합한 것으로 사료되었다.

3.3. 강화의 해양학적 특성

계절별 수온, 염도 자료를 분석한 결과, 강화지역의 인근 해역인 인천연안은 다른 연안과 비교해 볼 때 상대적으로 수온과 염도가 낮고 연교차가 크게 났다 (Table 4).

표에 따르면 강화 인근 해역인 인천연안의 연평균 수온은 평균 15.3°C 보다 1.2°C 가량 낮은 14.1°C로 나타나는데, 이러한 낮은 온도는 국지적으로 육지에서만 나타나는 것이 아니라 강화 주변의 연안에서도 뚜렷하게 나타나는 특성임을 알 수 있다. 계절별로 살펴보면 인천연안은 봄철에 2.3°C, 겨울철에 13.3°C로 평균 7.0°C, 15.6°C 보다 4.7°C, 2.3°C 가량 낮은 반면 여름철, 가을철은 각각 15.4°C, 25.5°C로 평균 14.4°C, 24.2°C 보다 1.0°C, 1.3°C 정도 높았다. 따라서 인천연안은 다른 연안과 비교해 볼 때 봄, 겨울철에 낮고 여름, 가을철에 높은 수온을 가지고 있어 상대적으로 연교차가 큰 것을 볼 수 있다. 이 지역의 수온이 계절적으로 상대적인 큰 변동을 보이는 것은 이 지역의 수심이 상대적으로 낮기 때문으로 추정된다.

인천연안의 연평균 염분은 평균 31.5‰ 보다 약 8.5‰ 낮은 23.0‰로 나타나는데, 이러한 낮은 염분은 사계절에 계속적으로 나타났다. 인천연안의 봄, 여름, 가을, 겨울철 염분은 각각 28.3‰, 23.4‰, 15.1‰, 25.1‰로 평균보다 각각 4.3‰, 8.5‰, 14.6‰, 6.7‰ 가량 낮았다. 인천연안의 염분 연교차는 13.2‰로 평균 2.9‰ 보다 10.3‰ 가량 큰 것을 볼 수 있는데, 이는 강화가 한강과 같이 유량이 많은 강의 하구에 위치하기 때문으로 보인다. 이러한 이유로 수온과 같이 염분도 큰 연교차를 가진다. 일반적으로 작물은 기상요소 이외에도 다양한 주변 환경의 영향을 받고 성장하는데, 염분 또한 작물 생육에 직·간접적으로 영향을 미치는 중요한 주변 환경 인자 중의 하나이다. 적당량의 염분은 작물이 생육하고 지력을 유지하기 위해 요구되는 필수 성분 중의 하나이지만, 과다한 염분은 엽록소의 감퇴 또는 효소의 활력을 저하하여 작물 재배의 주요 제한 요인이 되기도 한다(Purty *et al*,, 2008; He and Cramer, 1992). 따라서 강화지역은 인근 해역의 낮은 염분으로 인하여 적당량의 염분이 유입되어 양질의 약쑥이 생육되기 좋은 환경조건으로 사료되었다.

이러한 해역 특성은 앞서 살펴 본 약한 바람(해륙풍), 충분한 일사들과 더불어 강화 주변의 식생들이 주변 지역에 비하여 상대적으로 서식하기 좋은 환경을 제공한다.

3.4. 강화의 환경학적 특성

환경학적 측면에서 살펴본 결과, 강화지역은 식물

Table 4. The sea surface temperature and salinity in Feb., May, Aug. and Nov. averaged during 10 years from 1999 to 2008

Variable \ Station		Incheon	Taean	Jeonjupo	Shinan	Goheung	Tongyeong	Busan	Wolpo	Samcheok	Yangyang	Mean
Sea Surface Temp. (°C)	Feb	2.3	3.9	3.9	5.3	6.3	7.1	11.6	11.2	10.2	8.7	7.0
	May	15.4	11.7	13.9	15.2	16.4	16.4	14.6	14.9	13.3	12.3	14.4
	Aug	25.5	24.8	26.0	24.9	25.0	24.1	21.5	23.1	23.2	23.3	24.2
	Nov	13.3	14.8	14.4	15.6	17.3	16.8	17.5	16.1	15.5	14.6	15.6
	Anuual Average	14.1	13.8	14.6	15.2	16.3	16.1	16.3	16.3	15.5	14.7	15.3
	Anuual Range	23.3	20.9	22.0	19.7	18.8	17.0	9.9	11.9	13.0	14.6	17.1
Salinity (°C)	Feb	28.3	31.6	31.6	32.5	33.2	33.2	33.8	33.5	33.8	33.9	32.6
	May	23.4	31.6	31.2	32.2	33.4	33.2	33.2	33.5	33.7	34.0	31.9
	Aug	15.1	30.0	29.9	30.9	31.8	30.9	31.9	32.4	31.9	32.4	29.7
	Nov	25.1	31.8	31.3	32.6	32.2	32.3	33.0	33.1	33.4	33.3	31.8
	Anuual Average	23.0	31.2	31.0	32.1	32.7	32.4	33.0	33.1	33.2	33.4	31.5
	Anuual Range	13.2	1.8	1.7	1.7	1.6	2.3	2.0	1.1	1.9	1.6	2.9

Table 5. The annual average values of the observed air quality data at each station

Factor Station	SO_2 (ppm)	NO_2 (ppm)	PM10* (mg/m^3)	O_3 (ppm)
Gangwha	0.004	0.009	42.6	0.031
Incheon	0.005	0.029	62.1	0.019
Suwon	0.006	0.030	65.0	0.019
Seoul	0.005	0.035	58.5	0.017
Seosan	0.005	0.016	48.6	0.023
Gunsan	0.007	0.016	55.8	0.021
Mokpo	0.004	0.011	52.6	0.033

*PM10 : find dust

생장에 유해한 아황산가스 이산화질소, 미세먼지가 상대적으로 적었으며, 자연 생성된 유익한 오존환경 인자를 가지고 있은 것으로 사료되었다(Table 5).

표에 따르면 강화지역의 연평균 아황산가스, 이산화질소, 미세먼지 농도는 7개 지점 중에서 가장 낮은 0.004ppm, 0.009ppm, 42.6μg/m^2로 평균 0.005ppm, 0.021ppm, 55.0μg/m^2보다 0.001ppm, 0.02ppm, 7.4μg/m^2 가량 적었다. 아황산가스(SO_2)와 이산화질소(NO_2)는 황화현상과 조직파괴, 괴사, 낙엽현상을 야기하는 유독한 물질이며, 미세먼지는(PM10)는 광량을 감소시켜 생산성을 저하시키는 오염 물질 중의 하나(Chauhan and Joshi, 2010; Farhad *et al*,, 2009; Fowler *et al*,, 1988)임을 고려한다면 강화지역은 상대적으로 가스장해 및 미세먼지가 적은 대기 환경을 가지고 있는 것을 알 수 있다.

강화의 연평균 오존 농도는 0.031ppm으로 주변 지역과 비교해 볼 때 0.01 가량 많은 것을 볼 수 있다. 오존은 크게 인위적인 광화학 반응에 의해 생성된 유해 물질과 해안가와 삼림에서 자연적으로 생성되는 유익한 물질로 나눌 수 있는데, 일반적으로 자연 상태에서 생산된 살균 및 탈취효과가 있는 오존 농도의 범위가 0.035ppm(Yun, 2001)임을 고려할 때 강화지역은 목포지역과 함께 해안지역에서 발생하는 오존 농도의 범위 내에 있어 유익한 오존환경 인자를 가졌다고 추론할 수 있다.

따라서 강화지역은 인근 지역에 비해 청정한 곳이며 자연 생성된 오존으로 인해 식물이 생장하기에 좋은 대기 환경을 가지고 있는 것을 알 수 있다.

3.5. 강화의 토양학적 특성

Ryu(2008b)에 의하면 '강화약쑥'은 배수가 양호하고

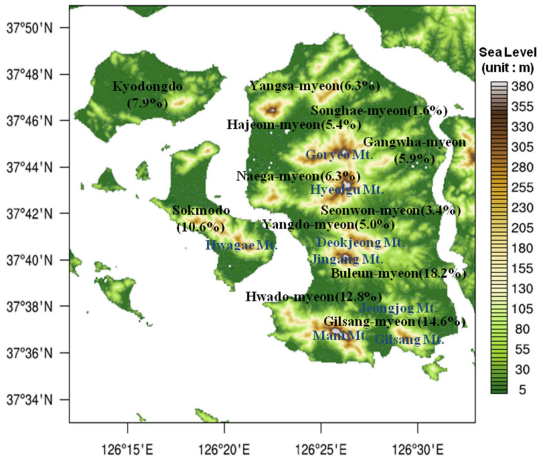

Fig. 2. The fine topography(m) of Gangwha and the percentage of mugwort farms averaged for 2008 to 2009.

양지 바른 곳에서 생육되며 특별히 토양의 종류에 의존하지 않는다고 한다. 이에 근거하여 강화지역의 토양 특성을 배수 측면에서 살펴본 결과, 사양질 내지 식양질이 분포하는 강화의 중·남부의 주요 산지 주변이 배수가 양호하였으며, 이 지역이 '강화약쑥'의 주요 생산지와 일치하였다(Fig. 3).

Fig. 3은 (a)토양 종류, (b)토양 배수도, (c)토양 피복도를 나타낸 것으로, Water Management Information System (2006)에 의거하여 분류되어 있다.

Fig. 3(a)에 따르면 토양배수가 매우 양호한 사양질 내지 식양질(14)이 42.3%로 산지에 가장 많이 분포하고, 배수가 약간 양호 또는 약간 불량한 미사식양질 내지 식질(6), 식양질 내지 식질(7)이 25.5%와 15.7%로 평지에 두 번째, 세 번째로 많이 분포하였다. 또한 강화지역은 작물 생육에 제한이 있는 돌자갈이 있는 식양질이나 암석 노출지(49) 그리고 배수가 불량한 식질, 식양질 토양이 적게 분포함으로써 전반적으로 밭작물 생육에 좋은 토양 환경을 가지고 있는 것을 알 수 있었다. Fig. 3(b)는 토양 배수도를 나타낸 것으로 1은 매우 양호, 6은 매우 불량을 의미한다. Fig. 3(b)의 분석에 따르면 배수가 양호한 지역이 Fig. 3(a)에서 관측된 사양질 내지 식양질과 식양질 내지 식질의 분포와 유사한 공간적 분포를 가지는 것을 확인할 수 있다. 즉 강화지역은 사양질 내지 식양질이 있는 마니산, 진강산, 덕정산, 혈구산, 해명산 등의 산지 주변으로 배수가 양호한 토양 환경을 가졌다. Fig. 3(c)에 따르면 강화지역은 삼림(6)과 논(7)이 42.1%, 37.1%

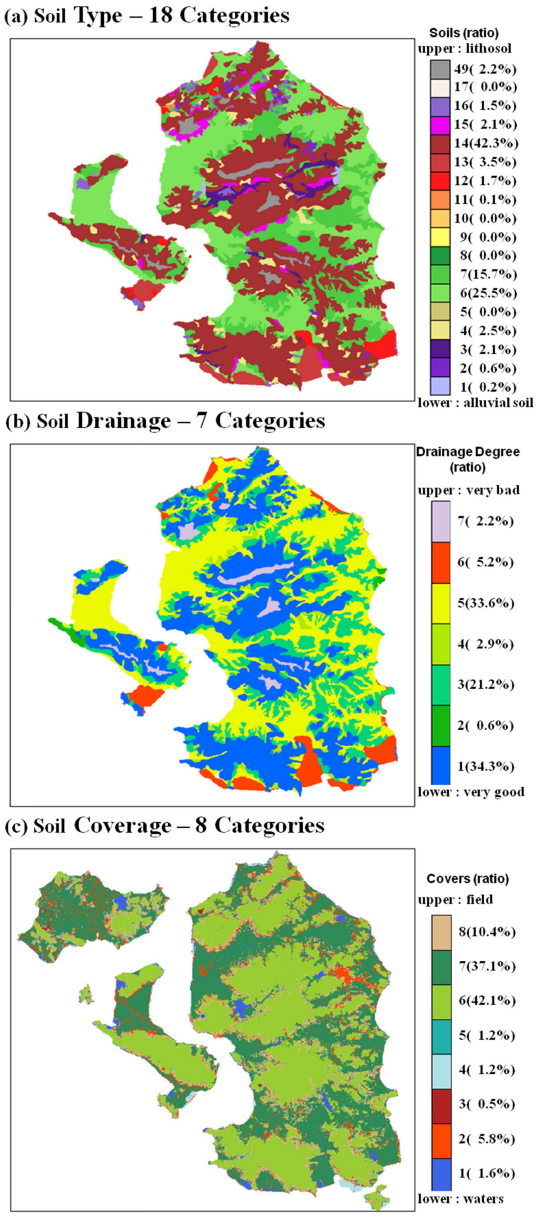

Fig. 3. The soil type(a), drainage(b) and coverage(c) map over Gangwha region.

로 첫 번째, 두 번째로 많이 피복되어 있다. 삼림의 경우 마니산, 진강산, 덕정산, 혈구산, 해명산 등의 산지 주변으로, 논의 경우 하점면 서부, 교동 서부, 길상저수지 인근 등의 평지 주변으로 많이 분포하는 것을 알 수 있다. 따라서 강화지역은 높은 산림 피복도를 가지는 산지 주변으로 작물 생육에 좋은 환경을 제공한다.

Fig. 2에 따르면 약쑥 재배농가들은 덕정산, 길상산이 있는 불은면(18.2%), 길상면(14.6%) 그리고 마니산이 있는 화도면(12.8%)에 주로 위치하고 있다. 또한 '강화약쑥'의 주요 생산지도 배수가 양호한 사양질 내지 식양질이 분포하는 강화 중・남부의 주요 산지 주변과 일치하였다(Ryu *et al.*, 2007). 결과적으로 '강화약쑥'은 토양배수에 의존적인 특성을 가짐으로써 약쑥 생육에 좋은 토양환경을 제공한다.

IV. 적 요

본 연구에서는 Eupatilin이 고함유된 약쑥의 생육환경을 구명하고자 하였다. 이를 위해서 먼저 선행연구를 통해 Eupatilin이 고함유된다고 알려진 강화지역의 기상학적 특성을 살펴보고, 재배지역별, 수확시기별 Eupatilin 함유량과 기상요소와의 관계를 분석 하였다. 또한 강화지역의 해양, 대기질, 토양 그리고 약쑥 생육지 분포 자료를 이용하여 환경학적 조건도 분석 하였다. 결과적으로 일조시간이 길고 일교차가 큰 지역이 유효 성분이 많이 함유된 약쑥 생산에 유리한 환경이며, 강화도는 주변 지역에 비해서 일조시간이 길며 일교차가 크기 때문에 Eupatilin 함량이 많은 약쑥의 재배 및 서식처로써 적합한 지역으로 사료되었다. 또한 강화는 약한 해풍과 주변 해역의 낮은 염분도에 의해 유입되는 염분의 양이 다른 해안지방에 비하여 낮으며 다른 지역과 비교해볼 때 청정한 대기환경을 가지고 있는 것으로 분석되었다. 이와 더불어, 강화지역은 산지 주변으로 배수가 양호한 사양질 내지 식양질이 많이 분포하는데 이러한 토양 분포는 약쑥 생육지 분포와 일치하였다. 즉, 적절한 염분의 유입과 청정한 대기 그리고 배수가 양호한 토양이 Eupatilin 함유에 유리한 환경이 되었을 것으로 사료되었다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 연구개발사업과 공동연구사업(과제번호:200901OFT072454094)의 지원에 의해 수행되었습니다.

REFERENCES

Chauhan, A. and P. C. Joshi, 2010: Effect Of Ambient Air

Pollutants On Wheat and Mustard Crops Growing In The Vicinity Of Urban and Industrial Areas, *New York Sci. J.*, **3**, 52-60.

Farhad, W., M. F. Saleem, M. A. Cheema, and M. Hammad, 2009: EFFECT OF POULTRY MANURE LEVELS ON THE PRODUCTIVITY OF SPRING MAIZE (Zea mays L.), *The J. of Anmial & Plant Sci.*, **19**, 122-125.

Fowler, D., J. N. Cape, I. D. Leith, I. S. Paterson, J. W. Kinnaird, and I. A. Nicholson, 1988: Effects of air filtration at small SO_2 and NO_2 concentrations on the yield of barley, *Environ. Pollut.*, **53**, 135-49.

He, T. and G. R. Cramer, 1992: Growth and mineral nutrition of six rapid-cycling Brassica species in response to sea water salinity, *Plant Soil.*, **139**, 285-294.

Jang, J. M., K. J. Park, D. G. Kim, H. J. Shim, B. O. Ahn, S. H. Kim, and W. B. Kim, 2003: Pharmacokinetics of a New Antigastritic Agent, Eupatilin, an Active Component of Stillen(R), in Rats, *J. Appl. Pharma.*, **11**(3), 163-168.

Kim, M.-J., D.-H. Kim, H.-K. Na, T. Y. Oh, C.-Y. Shin, and Y.-J. Surh, 2005: Eupatilin, a Pharmacologically Active Flavone Derived from Artemisia Plants, Induces Apoptosis in Human Gastric Cancer (AGS) Cells, *J. Environ Pathol Toxicol Oncol.*, **24**(4), 261-269.

Kim, J.-L., J.-Y. Lee, D.-S. Park, N.-B. Park, O.-D. Kwon, J.-K. Chang, J.-H. Lee, S.-Y. Kim, and H.-W. Kang, 2010: Study on Rice Growing Environment Against Cold Sea Wind in Eastern Coastal Area of Korean Peninsula, *Korean J. Crop Sci.*, **55**(2), 133-138. (in Korean with English abstract)

Park, C.-K., 2008: *GAP crop for a special use*, Moazine, Jul, **2008**, 94-103.

Park, S. C., J. H. Yoon, W. Kim, G. Y. Gwak, S. H. Lee, S. M. Lee, and H. S. Lee, 2006: Eupatilin attenuates bile acid-induced hepatocyte apoptosis, *J. Gastroenterol.*, **41**(8), 772-778.

Purty, R. S., G. Kumar, S. I. Singla-Pareek, and A. Pareek, 2008: Towards salinity tolerance in Brassica: an overview, *Physicol. Mol. Biol. Plants*, **14**, 39-49.

Ryu, S.-N., S.-S. Han, J.-J. Yang, H.-G. Jeong, and S.-S. Kang, 2005: Variation of Eupatilin and Jaceosidin Content of Mugwort, *Korean J. Crop Sci.*, **50**(S), 204-207. (in Korean with English abstract)

Ryu, S.-N., D.-H. Kim, N.-J. Kim, N.-I. Baek, K.-T. Lee, T.-S. Jeong, M.-S. Choi, J.-H. Pyee, and H.-G. Jeong, 2007: *Ganghwayakssuk*, Academy Press, **1-14**, 17-36. (in Korean)

Ryu, S.-N., 2008a : Environmental Variation of Available Component in Mugwort, *Korean J. Intl. Agri.*, **20**(1), 40-46. (in Korean with English abstract)

Ryn, S.-N., 2008b: Bioactive Constituents and Utilities of Ganghwayakssuk, *Korean J. Intl. Agri.*, **20**(4), 308-314. (in Korean with English abstract)

Water Management Information System, 2006: *Geo-Spatial Data Statement* 10-13. Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs.

Yun, S. T., 2001: *The story of lifestyle weather*, Dankook University Press. 194-237.