

우리나라의 季節別 日照時間과 氣溫의 相關關係 및 分布에 關한 研究

李定澤 · 尹成浩 · 朴武彥

Relationships between Seasonal Duration of Sunshine and Air Temperature in Korea

Jeong-Taek Lee, Seong-Ho Yun, and Moo-Eon Park

Abstract

To find out the relationship between duration of sunshine and mean air temperature, monthly climatic data were analyzed in several locations in Korea. Even though mean air temperature was high in summer, duration of sunshine was shorter than winter in Kangneung. Net radiation showed a positive correlation with duration of sunshine and its regression coefficient was the highest in July. An increasing rate of sensible heat flux according to the increment of sunshine hours was significantly high in April and October, but was low in July. In spring and fall, duration of sunshine was positively correlated with the daily temperature difference, but in summer and winter it was negatively correlated with maximum temperature and with the minimum temperature, respectively. In January, one hour increase in sunshine hour lowered the mean air temperature by 1 to 1.7°C.

緒 言

우리나라는 北半球의 중위도에 위치하고 있으며, 四季節이 뚜렷하게 구분되는 온대성기후 특징을 나타내고 있다. 계절풍이卓越하여 겨울에는 寒冷乾燥하고 여름에는 溫暖多濕한 기후가 나타난다¹⁾. 이러한 특징을 나타내는 기후변화의 원천적 에너지는 태양복사이다. 이 복사에너지는 대기상태에 따라서 달라지는데, 雲量이나 대기의 에어러졸에 따라서 큰 영향을 받는다²⁾. 태양복사에너지가 지표면에 입사하는 시간 즉, 일조시간은 계절풍이나 지형의 영향을

받는 국지기상조건에 따라 크게 달라지며, 계절에 따라서도 변화 양상이 다르다^{3,4)}.

우리나라의 연간 일조시간은 2,200~2,700시간의 범위인데, 지역분포의 차이는 지형등 여러 가지 요인이 介在되기 때문에 뚜렷한 원인을 들기는 곤란하다⁵⁻⁷⁾. 일조시간은 기온의 변화에 크게 영향을 주는데, 그 관계는 계절에 따라 다르다.

일사에너지는 작물의 광합성작용에 이용되므로 일조는 온도와 더불어 작물의 생육과 수량을 좌우한다. 특히, 겨울철 시설재배에서는 시설 내의 온도 유지와 작물의 광합성 활동에 일사에너지의 공급은

매우 중요하다. 겨울철 우리나라의 기후는 고기압권에 들어 저온 조건일 때는 일조시간이 많지만, 저기압권에 들어 비교적 온도가 높을 때는 일조시간이 줄어든다. 시설재배에서 겨울철에는 가조시간이 적은데다가 일조마저 부족하면 작물의 생산량이 적고 특히, 과채류에서 기형과가 발생하는 등 생육 장애를 받게 된다. 여름철은 가조시간이 길어서 일조시간이 많으면 구름이나 비가 적은 결과이므로 고온 현상이 나타난다. 따라서 계절별로 기온과 일조시간과의 상관성을 밝혀서 작물재배시 기후자원 활용의 효율을 기하고자 계절별로 월별 평년값(1961~1990년)⁸⁾으로 분석한 결과를 보고한다.

材料 및 方法

일조시간과 기온분석에 사용된 자료는 한국기후

표 제II권-월별평년값-이며, 관측지점은 측후소 28개소, 관측소 40개이며 연도별 월별 자료는 수원, 강릉, 대구, 광주 4개 지역에서 1965~1992년까지 관측된 것을 사용하였다.

순복사량의 추정은 다음과 같은 Chang(1970)⁹⁾의 식을 사용하였다.

$$R_n = (1-r)St - \alpha T^4 [286.18 + 202.6B - 45.24 + 10.92B] e_a \dots\dots\dots (1)$$

여기서 R_n : 순복사량(cal m^{-2}), r : 알베도, St : 전천일사량(吉田, 篠木식으로 추정)¹⁰⁾, α : 스테판볼츠만상수($8.132 \times 10^{-4} \text{ cal/m}^{-2} \text{ min K}^4$), B : 일사율(전천일사량/대기권 외 일사량)이다.

현열전달량은 지중열류량(S_o)이 0라는 가정하에서 보엔비를 이용한 기후학적인 방법⁸⁾으로 산출하였다.

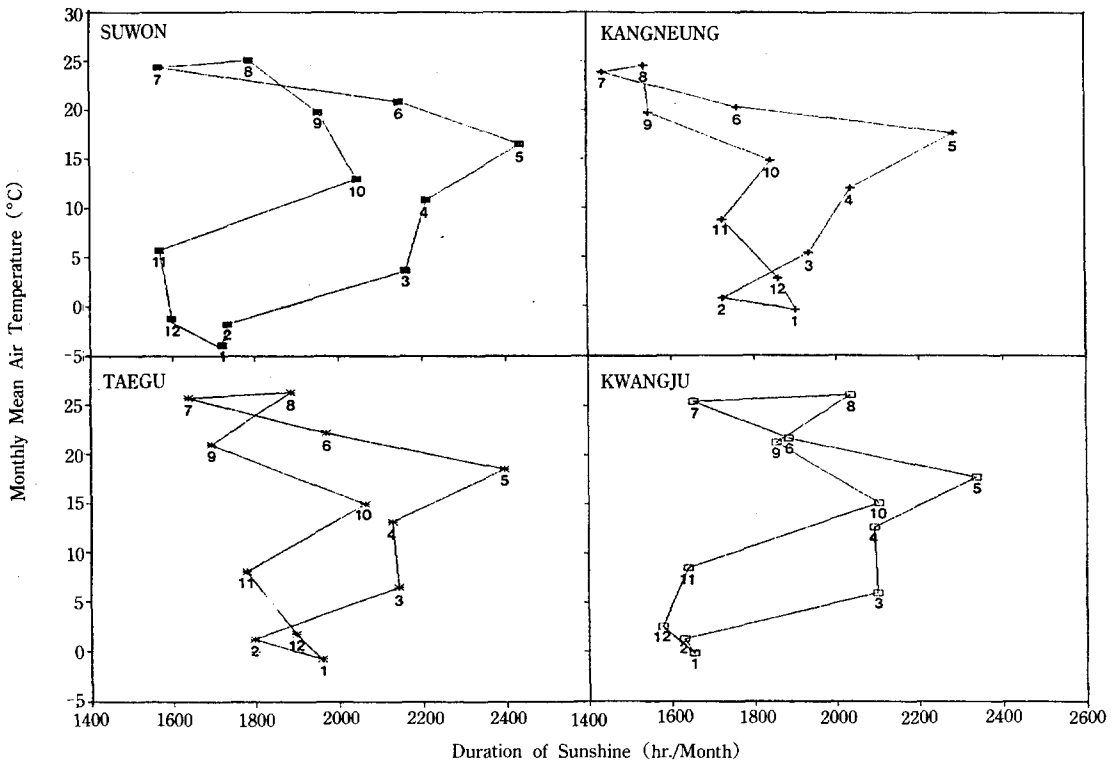


Fig. 1. Monthly duration of sunshine and temperature graph at Suwon, Kangneung, Taegu and Kwangju(1961-1990 normal).

$$H = (R_n - S_o) / (1 + \beta) \quad \dots\dots\dots (2)$$

여기서 H : 현열전달량(MJ m² d⁻¹), β : 보엔비,
Rn : 순복사량(MJ m² d⁻¹)이다.

보엔비는 다음식으로 구했다.

$$\beta = [RDI / (1 - \exp(-RDI))] - 1.0 \quad \dots\dots\dots (3)$$

여기서 β : 보엔비, RDI : 복사건조지수이다.

복사건조지수는 다음식으로 구하였다.

$$RDI = R_n / (\ell r) \quad \dots\dots\dots (4)$$

여기서 RDI : 복사건조지수, Rn : 순복사량(cal/cm²),
ℓ : 증발산량(cal g⁻¹ H₂O), r : 강수량(cm)이다.

기온과 일조시간의 관계는 회귀분석 결과를 따랐다.

結果 및 考察

수원, 강릉, 대구, 광주 4개 지역에서 월 일조시간과 평균기온 관계를 보면 그림 1과 같다. 우리나라

라의 정구관측소에서 관측한 전체 평균기온은 연평균 12.5°C이고 일조시간은 월평균 약 200시간이다. 월별 일조시간은 4 지역 모두 5월에 240 시간 전후로 가장 많았으며, 기온은 8월에 약 25°C로 1년중 가장 높았다. 봄(3, 4, 5월)에는 가을(9, 10, 11월)보다 기온은 낮으나 일조시간은 긴 경향이였다. 7월에는 남동계절풍의 영향으로 우리나라에 장마전선이 형성되어 기온은 높으나 일조시간은 적었으며, 특히, 강릉 지방에서는 겨울(12, 1, 2월)보다도 적은 분포를 보였다. 6, 7, 8, 9월의 강릉 지역은 기온은 높으나 일조시간이 다른 3개 지역보다 훨씬 낮은 지역 특성을 나타내었다. 겨울 동안의 기온은 0°C 전후이고, 일조시간은 150~190 시간으로 가장 적은 분포를 보이고 있으나 지역으로 보면 대구 지방은 다른 지역보다 기온이 높고 일조시간이 많았다.

우리나라의 각 지역의 월평균 일조시간과 순복사

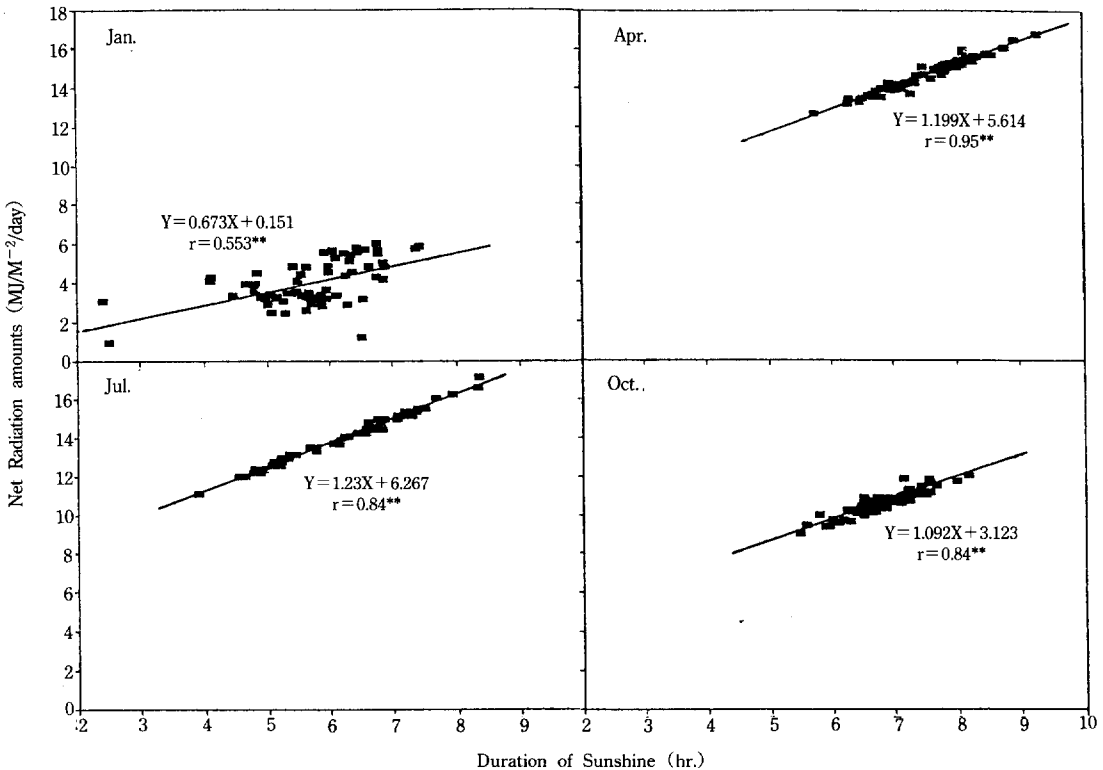


Fig. 2. Relationship between duration of sunshine and net radiation on each month in Korea.

량의 관계를 보면 그림 2와 같다. 일조시간과 순복사량은 어느 계절에나 유의한 정(+)의 상관관계를 보였다. 1월에는 평균 일조시간이 2.5~7.5시간 정도될 때 순복사량은 4~9 MJ m⁻² d⁻¹로서 4계절 가운데 일조시간과 순복사량이 가장 낮았다. 4월은 일평균 일조시간이 5.5~9시간으로 길었고, 순복사량도 13~17 MJ m⁻² d⁻¹로 가장 많았으며, 일조시간과 순복사량의 관계가 가장 뚜렷하였다. 7월은 일조시간이 4~9시간으로 4월보다 적었으나 순복사량은 11~17 MJ m⁻² d⁻¹로 높았고, 일조시간 증가에 따른 순복사량 증가의 기울기는 1.239로 가장 컸다. 10월은 일조시간이 5.5~8 시간으로 분포되었고, 이에 따른 순복사량은 9~12 MJ m⁻² d⁻¹로 4월보다 약간 적었다. 이와 같이 일조시간과 순복사량의 밀접한 관계는 일조시간에 따라 지면에 도달하는 순

복사 에너지가 증가하여 마침내 대기의 온도를 높게 하고, 지면의 수분 상태에 따라 현열이나 잠열전달량이 다르게 나타나게 된다⁹⁻¹¹⁾.

일조시간과 현열전달량의 관계를 보면 그림 3과 같다. 현열전달량은 1, 4, 7, 10월에 각각 1~7, 4~10, 2~7, 4~9 MJ m⁻² d⁻¹ 범위로 분포되었다. 현열전달량은 일조시간과 순복사량의 관계와 마찬가지로 정(+)의 상관관계를 보였으나 그만큼 밀접하지 않았다. 일조시간의 증가에 따른 현열전달량은 4월과 10월이 가장 크게 증가되었고, 7월이 가장 적었다. 이는 봄, 가을에 대기가 건조할 때는 현열전달량의 증가율이 높고, 7월은 장마기로 대기가 습하여 보옌비가 낮으며¹¹⁻¹⁵⁾, 복사된 에너지의 상당한 양이 잠열전달량으로 쓰이는 것으로 판단된다.

평년의 연평균 일조시간과 월평균기온의 지역별

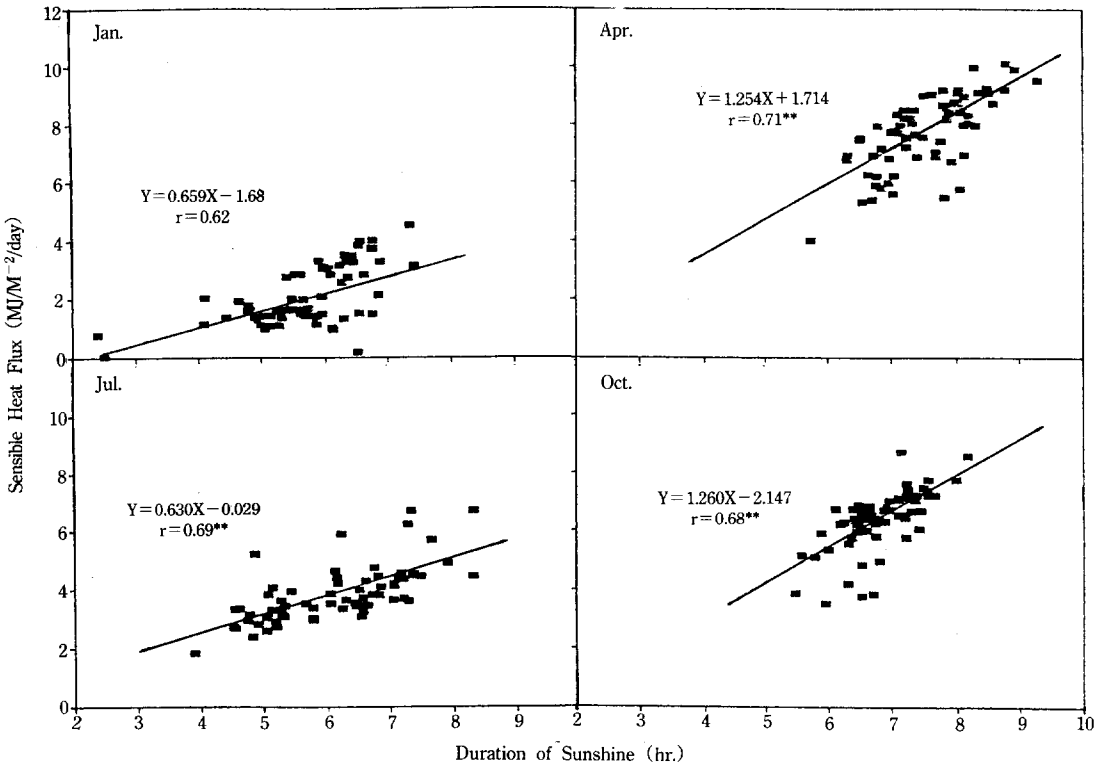


Fig. 3. Relationship between duration of sunshine and sensible heat on each month in Korea.

좌표 분포를 보면 그림 4와 같다. 1월의 지역 전체 평균 일조시간은 5.47시간이며 평균기온은 -0.71°C 로 각 평균에서 $\pm 1/2$ SD 범위에 있는 지역을 평균지역으로 보면 광주, 군산이 여기에 해당되며, 高温多照지역은 부산, 여수, 충무, 포항 등지이며, 제주도, 울릉도 등지는 高温寡照지역에 속한다. 低温多照지역은 원주, 대관령, 인천 등지이며, 低温寡照지역은 청주, 대전 등지가 이에 속한다. 특히, 1월은 전체적으로 일조시수가 많으면 온도가 낮아지는 경향이였다. 7월과 10월은 지역좌표 분포가 온도와 일조시간 사이에 뚜렷한 상관관계를 나타내지 않았다. 全年을 보면 年平均 일조시간은 6.12시간에 평균기온은 12.5°C 로 광주, 군산, 대전 등지가 평균되는 지역에 속하고 부산, 여수, 대구 등지는 高温多照 지역, 제주, 서귀포, 목포 등지는 高温寡照 지역, 원주, 인천, 수원 등지는 低温多照 지역이며, 울릉도, 춘천, 서울 등지는 低温寡照 지역에 속하였다.

일조시간과 주요기온(평균, 최고, 최저)의 관계를 보면 표 1과 같다. 수원, 강릉, 대구, 광주 4 지역에

서 봄에는 일조시간과 기온의 관계가 그리 밀접하지 않았지만, 최저기온이나 기온교차하고는 상관이 높았다. 여름에도 기온교차와 일조시수와의 관계가 뚜렷하였으나, 최저기온보다는 최고기온의 영향이 크게 나타나서, 일조시간이 길어지면 낮 동안에 최고기온도 따라서 올라가게 되어 일교차가 커지는 것으로 판단된다. 가을은 봄과 비슷한 양상이나 일조시간과 일교차, 그리고 일조시간과 최저기온 사이에 뚜렷한 상관관계가 있었다. 겨울에는 일조시간과 최저기온의 관계가 뚜렷하였으며 다른 계절과는 달리 평균기온과도 상관이 있었다. 기온교차하고도 상관관계가 있으나 가을보다는 밀접하지 않았다. 겨울철에 한랭한 고기압권에 들면 일조시간이 길어지나 낮동안의 기온은 올라가지 않으며, 밤에는 복사냉각이 심하여 최저기온이 내려가게 된다¹⁶⁾. 이에 따라 평균기온도 내려가서 결국 겨울에는 일조시간이 길면 기온이 내려가는 결과를 보인다.

1월 일조시간의 평년에 대한 편차와 평균기온의 평년에 대한 편차의 관계를 보면 그림 5와 같다.

Table 1. Correlation coefficients between duration of sunshine and air temperature at Suwon, Kangneung, Taegu and Kwangju.

	Tem.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
Suwon	Mean	-0.62**	-0.68**	-0.71**	0.79**	0.17	-0.21	0.43*	0.16	-0.49*	-0.10	-0.18	-0.58**
	Max.	-0.57**	-0.55**	-0.59**	0.40	0.36	0.23	0.58**	0.38	-0.03	0.26	-0.07	-0.52**
	Min.	-0.68**	-0.67**	-0.78**	-0.24	-0.20	-0.53**	0.12	-0.09	-0.67**	-0.40	-0.27	-0.62**
	Range	0.61**	0.46*	0.22	0.64**	0.52**	0.72**	0.68**	0.66**	0.71**	0.69**	0.33	0.41*
Kangneung	Mean	-0.61**	-0.39	-0.31	0.32	0.30	0.48	0.83**	0.63**	0.08	0.41*	-0.23	-0.65**
	Max.	-0.39	-0.14	-0.19	0.38	0.41*	0.62**	0.86**	0.74**	0.43*	0.63**	0.04	-0.59**
	Min.	-0.71**	-0.56**	-0.43*	0.18	0.01	0.11	0.74**	0.45*	-0.30	0.15	-0.40	-0.66**
	Range	0.49*	0.77**	0.50*	0.46*	0.56**	0.81**	0.84**	0.85**	0.84**	0.81**	0.62**	0.50*
Taegu	Mean	-0.77**	-0.55**	-0.42*	0.36	0.32	0.01	0.77**	0.72**	0.52**	0.18	-0.28	-0.37
	Max.	-0.58**	-0.26	-0.19	0.53**	0.40	0.49*	0.82**	0.79**	0.15	0.42*	0.07	-0.22
	Min.	-0.84**	-0.69**	-0.62**	0.03	-0.03	-0.23	0.65**	0.52**	-0.71**	-0.27	-0.57	-0.49*
	Range	0.76**	0.74**	0.63**	0.77**	0.51*	0.74**	0.75**	0.81**	0.80**	0.69**	0.79**	0.52**
Kwangju	Mean	-0.71**	-0.52**	-0.35	-0.31	0.22	-0.07	0.79**	0.75**	-0.56**	-0.05	-0.16	-0.10
	Max.	-0.56**	-0.24	-0.14	0.17	0.44*	0.53**	0.84**	0.78**	-0.08	0.39	0.12	0.06
	Min.	-0.80**	-0.70**	-0.52**	-0.64**	-0.23	-0.59**	0.60**	0.60**	-0.74**	-0.46*	-0.42*	-0.22
	Range	0.44*	0.57**	0.48*	0.76**	0.66**	0.87**	0.64**	0.59**	0.78**	0.82**	0.78**	0.49*

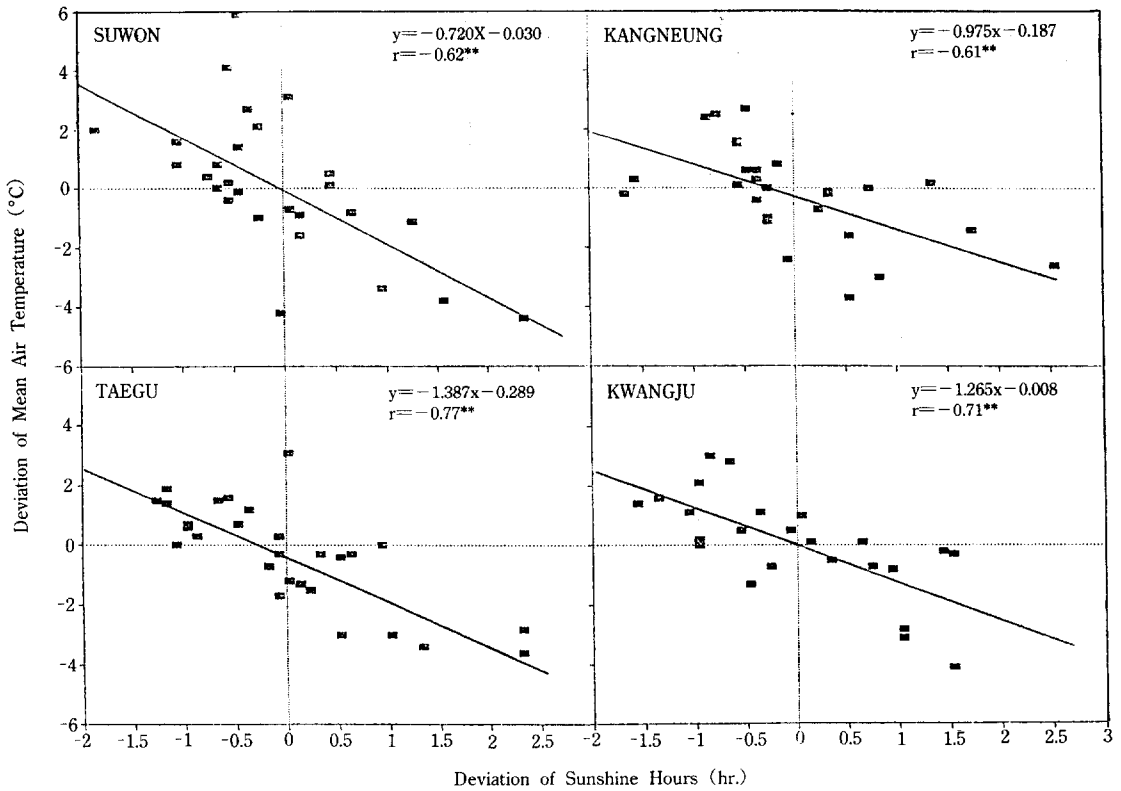


Fig. 5. Relationships between deviation* of sunshine hours and deviation* of mean air temperature at Suwon, Kangneung, Taegu and Kwangju(1966-1992).

* Deviation : yearly deviation from duration of 1966-1992

수원, 강릉, 대구, 광주 4개 지역에 모두 負의 상관
이 있었으며, 대구에서 상관관계가 0.77로 가장 높
았으나, 강릉에서 0.61로 가장 낮았다. 일조시간 변
화에 따른 기온변화 정도는 평년보다 일조시간이 1
시간 길어지면 기온은 평년보다 대구는 약 1.4°C
낮아졌으며, 수원 1.7°C, 광주 1.3°C, 강릉이 약 1°C
낮아지는 경향이 있었다. 바꾸어 말하면 우리나라에서
는 겨울철에 기온이 평년보다 높게 경과되면 일조
시수가 그만큼 감소하는 기후특징이 인정된다. 그러
므로 겨울철 시설재배에서는 이른바 “난동”인 해에
는 “추운 겨울”보다 낮 동안의 온도관리와 광합성
부진을 고려한 재배관리를 해야 할 것으로 판단된다.
난동의 경향이 뚜렷한 해에는 시설재배 작목 선택
에도 관심을 가져야 할 것이다.

要 約

계절별로 일조시간과 기온과의 관계를 밝히고 작
물재배시 기후자원 활용의 효율을 기하고자 지역별
월별 기상자료를 분석한 결과는 다음과 같다.

1. 강릉지방의 여름이 기온은 높으나 일조시간은 겨
울보다도 적은 특징을 나타내었다.
2. 순복사량과 일조시간은 정의 상관성이 있으며, 7월
에는 일조시간 증가에 따라 순복사량의 증가가
컸다.
3. 일조시간 증가에 따른 현열전달량의 증가는 4월
과 10월에 컸고, 7월이 가장 낮았다.
4. 年中 고온다조지역은 여수, 대구, 포항 등지이고,

저온과조지역은 춘천, 서울, 울릉도 등지이다.

5. 일조시간은 봄과 가을에는 기온교차와 정의 상관관계가 있으며, 여름에는 최고기온과 그리고 겨울에는 최저기온과 부의 상관관계가 있었다.
6. 1월의 일조시간이 평년대비 1시간 길어짐에 따라 평균기온은 평년에 비해 1~1.7°C 정도 낮아졌다.

引用文獻

1. 鄭昌熙. (1976). 第一章 氣候概要와 그 要因. 韓國의 氣候. 一志社. p. 10-19.
2. 柴田和雄, 内嶋善兵衛. (1987). 太陽エネルギーの分布と豫測. 日本分光學會測定法シリーズ 15. 學會出版センター. p. 1-12.
3. 李定澤, 尹成浩, 金柄瓚, 崔燉香. (1988). 水源地方에 있어서 年間 日照時數의 變動과 Bimetal型과 Jordan型 日照計의 豫定值 比較分析. 農事試驗研究論文集(土壤肥料篇) **30**(2) : 21-28.
4. 중앙관상대 연구조사부. (1974). 일사계 및 일조계 보정을 위한 비교 연구 MR-74-4. p. 48.
5. 金光植. (1976). 第三章 氣候要素의 分布. 韓國의 氣候. 一志社. p. 32-61.
6. 金光植. (1988). 增補農林氣象學. 鄉文社. p. 367.
7. 車鍾煥, 金建洙. (1989). 農林氣象學. 先進文化社. p. 306.
8. 기상청. (1991). 한국기후표 제2권 월별평년값-(1961-1990). p. 418.
9. Chang, Jen-Hu, (1970). Global distribution of net radiation according to a new formula. Ann. Assn. Amer. Geogr., **60** : 340-351.
10. 吉田作松, 篠木誓一. (1978). 日本における月平均全天日射量及び年々變動のマップ作成. 天氣 **25** : 390-398.
11. 清野 裕, 内嶋善兵衛. (1988). 日本における自然植生の純一次生産力の分布圖(13CP-88-I-2-2). 農業環境技術研究所. p. 131.
12. 坪井八十二. (1977). 新編 農業氣象ハンドブック. 養賢堂. p. 854.
13. 内嶋善兵衛. (1961). 水溫環境からみた日本の農業氣候區分. 農技研報. **A9** : 1-28.
14. 한영호. (1993). 미기상학(竹内清秀, 近藤純正, 地表に近い大氣原著譯) 地球文化社. p. 320.
15. Kondo, J. (1976). Heat balance of the East China Sea during the air mass transformation experiment. J. Met. Soc. Japan **54**(6) : 382-398.
16. Budyko M.I. (1980). 氣候環境-過去·未來-(上卷). 内嶋善兵衛. 古今書院 p. 202.