

## 콩群落的 短波輻射 吸收特性

### I. 全短波輻射收支와 乾物生産

李亮秀\* · 尹成浩\* · 任正男\*

## Characteristics of Shortwave Radiation Absorption by Soybean Canopy

### I. Absorption of Total Shortwave Radiation and Its Relation to Dry Matter Production

Yang Soo Lee\*, Seong Ho Yun\* and Jeong Nam Im\*

**ABSTRACT** : A field experiment was conducted to study both the distribution characteristics of shortwave radiation in the soybean canopy and its relationship with dry matter production.

The soybean 'Paldalkong' was sown with the space of 45 x 10 cm at Suwon on May 27, 1988. The extinction coefficient of solar radiation remained constant (0.53) after full canopy was reached. The 31.9 % of the incoming solar radiation was transmitted. The reflected radiation from the plant canopy increased lineary with incoming solar radiation ( $R^2=0.9346$ ).

As leaf area index become larger than 2.5, the reflected radiation showed more significant linear relationship with the differences in the radiations between incoming and transmitted radiation than incoming solar radiation ( $R^2=0.9558$ ). The mean reflectance during the growing period was 24.7 %. A significant linear relationship ( $R^2=0.9930$ ) had been admitted between the accumulated solar radiation intercepted by the canopy and dry matter production of 'Paldalkong' until the 35th day of ripening stage. The conversion efficiency of solar radiation intercepted to dry matter of soybean was 1.45 g MJ<sup>-1</sup>.

太陽으로부터 作物群落到 到達되는 太陽輻射에너지의 一部는 光合成에 의하여 炭水化合物의 形態로 固定·蓄積된다.

콩의 單位面積當 收量を 向上시키기 위한 栽培法 改善策의 하나로 適定栽植畦幅을 決定하는 일이 重要한데, 이것은 群落的 日射量 吸收利用率을 높이기 위한 콩의 草型을 고려한 地上部 展開와 關聯된다. 洪等<sup>2</sup>도 콩의 多收穫을 위하여는 太陽에너지 利用 效率增大, 收穫指數의 向上 및 登熟期間의 延長 등을 주장한 바 있다.

太陽에너지의 利用效率을 밝히기 위하여는 우선 콩 群落的의 吸收日射量과 乾物生産과의 關係를 把握하여야 하는데, 作物의 乾物生産量은 群落的의 吸收日射量에 比例한다고 알려져 있다.<sup>1,7,10)</sup>

本 實驗은 콩의 密植適應性 品種인 八達콩의 群落 吸收日射量과 乾物生産量과의 關係를 밝히고자 實施

하였던 바 몇가지 結果를 얻었기에 報告하는 바이다.

### 材料 및 方法

本 實驗은 1988年 農村振興廳 農業技術研究所 綜合圃場(京畿道 水原市 所在)에서 遂行되었다.

八達콩을 栽植密度 45×10 cm로 5月 27日 1株 當 2本으로 播種하였다.

圃場内の 雜草 및 病害蟲의 防除는 適期 貫行대로 하였으며, 施肥量은 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O를 4-7-6kg/10 a으로 하여 全量 基肥로 施用하였다. 試驗區는 4反復으로 構成하였다.

生育調査는 週 1回 區當 3株 6本씩 生育이 中間 程度인 個體를 對象으로 採取하여 葉面積은 LI-3100 葉面積測定機로 測定하여 葉面積指數(LAI)를 求하였고, 乾物重은 80℃ 乾燥機에 3日間 乾燥

\* 농업기술연구소(Agricultural Sciences Institute, RDA, Suwon 441-744, Korea) <'90. 1. 19. 接受>

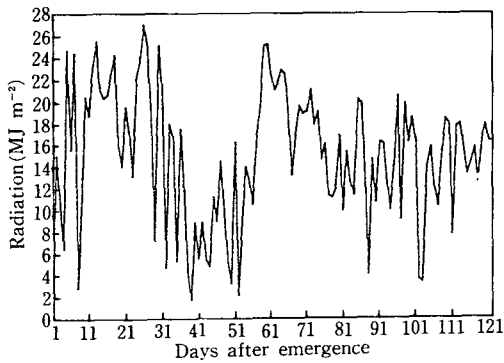


Fig. 1. Seasonal changes of shortwave radiation above soybean canopy from emergence (June 1) to harvest (Sept. 29) at Suwon.

시킨 후 測定하였다.

群落上面의 入射日射量은 試驗圃場에 인접한 氣象觀測露場의 日射計(農試-電試型)로 測定하였으며, 反射輻射量은 圃場正中央의 草冠部 40~50 cm 위에 管型日射計(Ts 85001)를 아래방향으로 設置하여 全 生育期間을 通하여 調査하였다.

群落透過輻射量은 7~10日 間隔으로 알베도 測定用 管型日射計를 群落地表面에 設置하여 하루積算量과 葉面積指數와의 關係式으로부터 推定하였다. 管型日射計는 標準네오日射計(Ms 42)로 檢定하여 補正하였다.

全生育期間동안의 日射量의 經過는 그림 1과 같다.

### 結果 및 考察

그림 2는 콩群落에서의 短波輻射의 減衰와 葉面積指數와의 關係를 나타낸 것이다. 群落의 輻射收

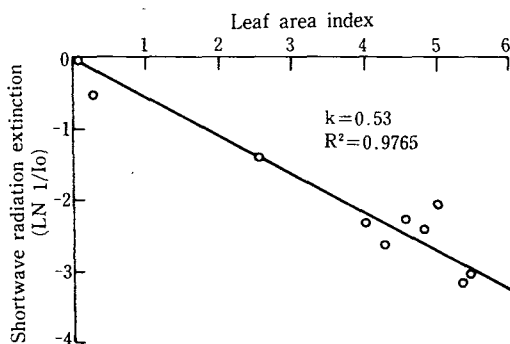


Fig. 2. Relationship between shortwave radiation extinction and leaf area index in soybean community.

支를 決定하는 主要因은 透過率인데, 이 透過率은 群落内에서의 輻射減衰와 葉面積指數와의 關係로 表現되며 일반적으로 Monsi Saeki (1953)에 의하여 提案된 Bouguer-Lambert 法測을 適用한다.<sup>4)</sup>

$$-LN(I/I_0) = k/LAI$$

여기서  $I/I_0$ 는 群落内의 太陽輻射에너지의 透過率,  $k$ 는 減衰係數(extinction coefficient)이다.

減衰係數  $k$ 는 葉面積指數에 對한 群落草冠部内에서의 輻射의 減衰를 나타내는 尺度로서 垂直葉에서는 0.3~0.5, 넓은 水平葉에서는 0.7~1.0으로 알려져 있다.<sup>3)</sup> 本試驗에서의 短波輻射의 減衰係數는 0.53이었는데 이것은 鄭<sup>4)</sup>이 콩群落에 對하여 報告한 0.33~0.51이나 廣田等<sup>6)</sup>의 0.42보다는 약간 높은 값이었다.  $k$ 값은 葉面積이 커져 群落에서의 日射가 거의 葉에 의하여 遮斷되는 時期까지는 生育時期에 關係없이 品種에 따라 거의 一定하다고 알려져 있으나<sup>3)</sup> 生育後期에 이르러서는 꼬투리나 줄기, 枯死葉 等の 非同化器官이 日射를 遮斷하기 때문에 光合成과 關聯된  $k$ 값의 變化가 豫想되지만 本試驗에서는 그림 2에서와 같이 測定回數가 많지않아 그 變化를 명확히 區分할 수는 없었다.

生育時期別로 위에서 決定된  $k$ 값과 葉面積指數 및 群落上에 入射한 短波輻射量에 對한 短波輻射의 透過量을 計算하여 그 經過를 나타낸 것이 그림 3이다.

反射率( $\alpha$ )과 葉面積指數(LAI)와의 關係는 일반적으로 다음 式이 알려져 있다.<sup>5)</sup>

$$\alpha = r_f - (r_f - r_0) \exp(-k \cdot LAI)$$

여기서  $r_f$ 와  $r_0$ 는 각각 葉이 充分히 茂盛하였을

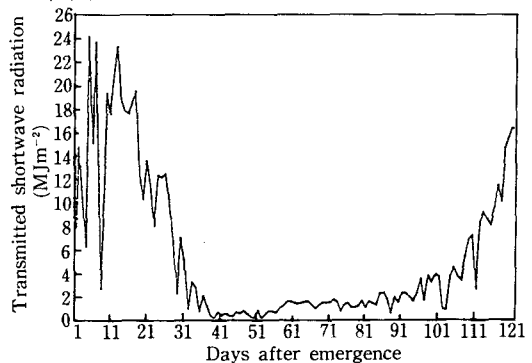


Fig. 3. Changes in transmitted shortwave radiation into the soybean community during the growing season.

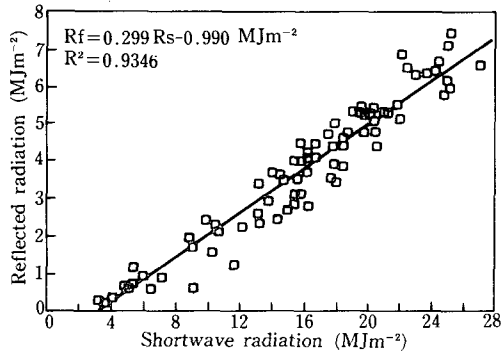


Fig. 4. Relationship between reflected shortwave and incident shortwave radiation in soybean community.

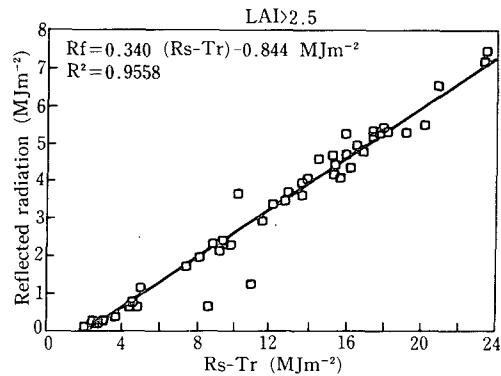


Fig. 5. Relationship between reflected shortwave and incident shortwave minus transmitted shortwave radiation at leaf area index > 2.5 of soybean community.

때 ( $r_f$ )와 작물이 없는 地面에의 反射率( $r_0$ ),  $k$ 는 減衰係數이다. 콩群落에서는 短波輻射의 경우 裸地의 反射率은 土壤水分의 差異에 의하여 그 變化가 크며, 葉이 充分히 茂盛하였을 때에 入射光의 強度에 따라 反射率의 差異가 큰 것으로 나타나 上記한 式을 그대로 콩群落의 反射率推定에 適用할 수는 없었다.

그러나 群落에서의 太陽輻射透過率은 群落의 反射率決定에 關聯하는 主要한 要因이 되므로 本 試驗에서는 葉이 어느정도 茂盛한 時期 즉 LAI가 2.5 이상인 뒤부터 入射된 輻射量에서 透過된 量을 뺀값으로 反射된 量을 推定해 보았다. 그 結果 그림 4에서 보는 바와 같이 群落上面에 入射하는 全短波輻射와 群落에서 反射된 輻射量과의 關係는 群落이 茂盛하여짐에 관계없이 日射量 增加에 따라 一定한 比率로 反射量도 增加하였지만, 葉面積指數 2.5 이상에서는 入射된 量에서 透過된 量을 뺀값과 더욱

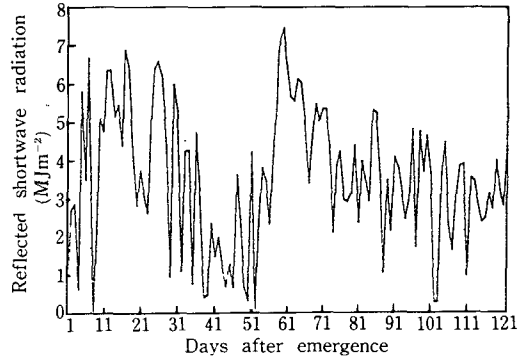


Fig. 6. Changes in reflected shortwave radiation above the soybean canopy during the growing season.

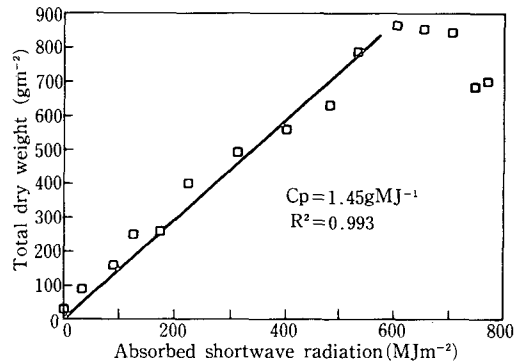


Fig. 7. Relationship between the total crop dry weight at different times of the growth and the absorbed shortwave radiation in soybean community.

밀접한 相關이 있음을 알 수 있었다(그림 5). 그림 6은 實測된 反射輻射量의 全生育 期間동안의 經過를 나타낸 것인데 여기에서 一部 缺測된 값은 위의 式을 使用하여 推定한 것이다.

그림 7은 出現日(6月 1日)부터 成熟期까지의 各 生育時期에 따라 地上部 全乾物重과 群落에 의하여 吸收된 積算日射量과의 關係를 나타낸 것으로서, 吸收日射量( $S_a$ )과 乾物生産量( $W_t$ )간에는 生育後期를 除外하고는 다음과 같은 直線關係가 成立되었다.

$$W_t = 1.45 S_a \text{ (g} \cdot \text{MJ}^{-1}\text{)}$$

吸收日射量에 대한 乾物로의 變換效率  $1.45 \text{ gMJ}^{-1}$ 은 콩에서 Warren 등<sup>12)</sup>이 報告한  $1.3 \text{ gMJ}^{-1}$  보다는 약간 높은 값이었다. Horie 등<sup>3)</sup>은 벼에서 移秧期부터 出穗後 20日頃인 登熟期 前半까지는  $W_t$ 와  $S_a$ 의 關係가 直線的이고 그 후부터는 이삭등이 光

**Table 1.** Shortwave radiation distribution factors and conversion efficiency of soybean community until maturation(35th day from beginning of seed growth).

Shortwave radiation		
(1) Incident	1326	MJm <sup>-2</sup>
(2) Reflected	327	"
(3) Transmitted	423	"
(4) Absorbed	576	"
-----		
Beginning day of seed growth	July 24	
-----		
(5) Total dry matter weight	837 gm <sup>-2</sup>	
-----		
(2)/(1)	0.247	
(3)/(1)	0.319	
(4)/(1)	0.435	
-----		
Conversion efficiency (5)/(4)	1.45 gMJ <sup>-1</sup>	

合成産物을 받아 貯藏하는 能力이 低下되기 때문에 直線的 關係를 나타내지 않는다고 報告하였는데, 本試驗에서도 登熟期인 出現後 88日頃까지는 直線的 關係가 認定되었으나 그 以後에 直線的 關係를 벗어났는데 이 경우는 生育後期에 꼬투리가 成熟하여 光合成産物을 받아들이는 能力이 減少되고, 下位葉의 枯死, 脫落 등에 의한 全體乾物重의 減少가 그 原因으로 생각되었다.

表 1은 出現日(6月 1日)부터 登熟開始後 35日(8月 27日)까지의 콩群落的 短波輻射收支와 乾物變換效率을 나타낸 것이다. 콩群落的의 上面에 入射한 1326 MJm<sup>-2</sup>의 輻射量中에서 24.7%가 反射되었으며, 31.9%가 群落層의 地面으로 透過되어 43.5%인 576 MJm<sup>-2</sup>의 短波輻射가 群落에 吸收된 것을 알 수 있었다. 群落에서의 反射率은 벼의 경우 17~22%, 옥수수 18%, 목초 25%, 맥류 26% 등으로 알려져 있는데<sup>13)</sup>, 岸田 등<sup>14)</sup>은 콩群落에서 23%를 報告한 바 있다.

作物群落은 太陽輻射를 吸收하여 乾物로 變換시키게 되는데, 全短波나 光合成 有效輻射에 대한 變換能力은 그 品種의 遺傳的인 特性과 栽培技術에 따라서 各々 差異가 있을 것이 豫想되므로 이에대한 評價方法의 確立은 作物育種이나 栽培法 改善에 基本的인 情報提供을 위한 方便이 될 수 있을 것으로 생각된다.

## 摘 要

콩群落에 吸收된 短波輻射와 乾物生産과의 關係를 短莖密植適應品種인 八達콩을 供試하여 調査한 結果

를 要約하면 다음과 같다.

1. 短波輻射의 群落에서의 減衰係數는 0.53, 總透過된 量은 入射된 短波輻射量의 31.9%이었다.

2. 生育時期別 地上部 乾物重과 그 期間에 群落이 吸收한 短波輻射의 積算値는 登熟期인 出現後 88日頃까지는 直線的 比例關係가 成立하였고, 乾物로 的 變換效率인 比例係數는 1.45 gMJ<sup>-1</sup>이었다.

3. 生育期間의 全體反射率은 24.7%이었으며 葉面積指數(LAI) 2.5 以上에서는 入射量에서 透過量을 減값과 反射輻射量間的 相關度가 높았다.

## 引 用 文 獻

- Gallagher, J.N. and Biscoe, P.V.. 1978: Radiation absorption, growth and yield of cereals. *J. Agric. Soc., Camb.*, 91, 47-60.
- 洪殷憲·金奭東·黃永鉉. 1987. 豆類(콩, 팥) 品種改良, 裴聖浩博士 回甲紀念論文集. 89-120.
- 堀江武·櫻谷哲夫. 1985: イネの生産の氣象的 評價·豫測法に關する研究(1) 個體群의 吸收日射量と乾物生産의 關係. *農業氣象* 40(4): 331-342.
- 鄭英祥. 1981: 畦幅이 大豆의 光遮斷, 蒸發散 및 生育에 미치는 影響. 李正行 博士 回甲紀念論文集: 175-180.
- 蒸發散研究グループ. 1967: 水田의 放射狀態 について. *農業氣象*, 22, 97-102.
- 岸田恭允. 1973: 耕地의 放射エネルギー 利用에 關する 農業氣象的研究 [I]—緒論および植物群落의 波長帶別放射收支—. 九川農業試驗場 報告 第1號 1-79.
- Monteith, J.L.. 1977: Climate and the efficiency of crop production in Britain. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B*, 281, 277-294.
- M.V.K. Sinakumar and S.M. Virmani. 1984: Crop productivity in relation to interception of photosynthetically active radiation. *Agricultural and Forest Meteorology*, (31) 131-141.
- Norman J. Rosenberg, Blaine L. Bland, Shashi B. Verma. 1983: *Microclimate. The Biological Environment. Second Edition. A Wiley-Interscience Publication* p.495.

10. Shibles, R.M. and Weber, C.R., 1966 : Interception of solar radiation and dry matter production by various soybean planting patterns. *Crop Sci.*, 6, 55-59.
12. Warren Wilson, J. 1971 : Maximum yield potential, In "Transition from Extensive to Intensive Agriculture with Fertilizers" Proc. 7th Colloquim Int. Potash Inst., IPI, Berne.
13. 内嶋善兵衛. 1982 : 農林・水産と気象－気象の利用と改良－ 朝倉書店 p.207.