

主要 雜草의 光度에 따른 光合成 能力의 草種間 差異

具然忠 · 朴泰植 · 權圭七 · 朴錫洪 · 咸泳秀*

Photosynthetic Activity of Major Paddy Weeds at Various Light Intensities

Ku, Y. C., T. S. Park, K. C. Kwun, S. H. Park and Y. S. Ham*

ABSTRACT

Photosynthetic activity of two rice varieties "Suweon 318, Nagdongbyeo" and two species of grass weeds, two species of sedge weeds, and four species of broadleaf weeds was measured at 5, 10, 20, 30, 40, 50 Klux light intensity. Relative photosynthetic activity of weed species was high in the decreasing order in *Cyperus serotinus*, *Echinochloa crusgalli* var *caudata*, *Bidens tripartita*, *Monochoria vaginalis*, and *Ludwigia prostrata*, while respiration rate was high in *Bidens tripartita*, *Monochoria vaginalis* and *Cyperus serotinus*. Light saturation point of *Monochoria vaginalis* and *Sagittaria pygmaea* may be considered as at 30 klux and photosynthetic rate of other weed species increased with increasing light intensity. Photosynthetic activity of weed species was generally two times higher than rice at the light intensity of 50 klux and increased more than rice as light intensity increased. Photosynthetic activity per leaf dry weight and specific leaf area was higher in broadleaf weeds than in grass and sedge weed species.

Key words: photosynthetic activity, paddy weeds, light intensity.

精 言

地球上의 모든 綠色植物들은 그의 生活에 必要한 Energy를 直接間接으로 光合成을 통하여 太陽 Energy를 받아 들이고 있다. 우리가 作物을 栽培할 때 問題가 되고 있는 雜草도 一般作物과 마찬가지로 뿌리로부터 吸收한 물과 空氣中의 CO₂를 가지고 綠色植物에서 太陽 Energy를 利用 光合成을 하여 有機物을 合成하게 되는데 이와 같은 能力은 植物의 種類, 環境條件에 따라 큰 差異를 나타내고 있다. 그러나 光合成에 관한 연구가 一般作物에 있어서는 많이 이루어졌으나^{4,7,8,9,10} 雜草에 대한 報告는 그리 많지 않다.

Holm(1969)⁵는 世界的인 10大 雜草를 選定하고 이 중 8種의 雜草가 光合成 樣式이 C₄ 植物에 該當한다고 하였고 Matsunaka(1977)⁶ 등은 C₃와 C₄ 雜草를 分類한 바 있으며 여기에서 C₃ 雜草는 *Rotala indica*(마디꽃), *Elatine triandra*(물별), *Monochoria vaginalis*(물달개비), *Lindernia pyxidaria*(밭둑외풀), *Eleocharis acicularis*(쇠털골), *Cyperus difformis*(금방동산이) 등이었으며 C₄ 雜草는 *Echinochloa crusgall*(강피), *Fimbristylis littoralis*(바람하늘지이), *Cyperus micrairia*(참방동산이), *Digitaria ciliaris*(바랭이), *Amaranthus blitum*(비름) 등이라 하였다. 또한 Hesketh와 Moss(1963)⁹ 등은 C₃ 植物의 光合成은 太陽光의 20-40% 光度에서 光飽和點에 달하지만 C₄ 植物은 太陽光의 50% 以上에

* 作物試驗場.

* Crop Experiment Station, ORD, Suweon 170, Korea.

서 光飽和點에 달한다고 報告한 바 있고 一般적으로 높은 光度하에서 C₄ 植物의 光合成은 C₃ 植物보다 높다고 하였다. Tanaka (1972)⁹⁾는 벼의 잎은 보통 30-40 Klux에서 光飽和點에 달하며 葉數, 窒素濃度, 잎의 두께 등에 따라 다르지만 잎의 光合成 能力은 10-40 mg CO₂ · dm⁻² · hr⁻¹ 이라고 하였고 잎이 두꺼운 品種은 얇은 品種에 比하여 光飽和點이 높으며 光合成能力이 크다고 報告하였다. Yoshida (1972)¹¹⁾는 벼의 窒素濃도가 높을 때는 50-60 Klux에서 光飽和點에 달하지만 窒素濃도가 낮을 때에는 83Klux까지도 光飽和點에 달하지 않는다고 하였으며 Matsunak⁶⁾ 등은 各種植物을 光合成樣式에 따라 C₃, C₄, CAM (Crassulaccean Acid Metabolism) 植物로 分類하였고 이와 같은 觀點에서 雜草防除을 檢討한 바 있다. 또한 Tsuno¹⁰⁾, Murada⁷⁾ 등은 葉身, 葉鞘 그리고 이삭의 光合成 能力은 窒素濃度, 葉綠素含量 吸收量과 密接한 關係가 있다고 하였다.

本 研究에서는 光度에 따른 主要 雜草의 光合成 能力을 究明하여 벼와 雜草와의 競合關係를 밝히고 저 試驗한 結果를 報告하는 바이다.

材料 및 方法

本 試驗은 1982年度 8月부터 9월까지 2個月간 에 걸쳐 논에 發生하는 主要雜草에 대한 光合成 能力을 究明하여 벼와 雜草와의 競合關係를 밝히고자 實施하였다. 供試雜草로는 禾本科雜草인 갈피(*Echinochloa crus-galli* var. *oryzicola*), 물피(*Echinochloa crus-galli* var. *caudata*) 2種類, 방동산이科雜草인 너도방동산이(*Cyperus serotinus*), 알방동산이(*Cyperus difformis*) 2種類, 廣葉雜草인 물달개비(*Monochoria vaginalis*), 울미(*Sagittaria pygmaea*), 여귀바늘(*Ludwigia prostrata*), 가막살이(*Bidens tripartita*) 등 4種類 포함 8種類와 벼 品種은 多收系 品種인 水原 318號와 一般系 品種인 洛東벼 등 2 品種을 供試하였다. 供試雜草는 벼를 栽植密度 30 × 15 cm, 株當本數 3本, 本畚施肥量 N-P₂O₅-K₂O 을 10a當 15-9-11 kg를 施用하여 5月 27日 移秧 栽培한 無除草區에서 開花期에 달한 各雜草를 1/5000 a pot當에 3-5本씩 옮겨 심어 10日間 活着 시킨 다음 生育이 고른 個體를 택하여 光合成을 測定 하였다. 光合成測定機械는 日本産 Horiba Assa-2 를 使用하였으며 測定方法은 pot 全體를 넣을 수 있도록 製作한 아르키일 Chamber를 使用하였고 콤퓨레

사로 屋外 新鮮空氣를 空氣溜槽에 모아 各 同化箱에 分配하는 通氣法에 依하였으며 通氣量은 1200ℓ/h 로 調節하였다. 한편 光源은 500 W의 白熱燈을 써서 10cm 두께의 熱線吸收用 Filter를 通過시켰으며 光度를 雜草의 上位部에 5, 10, 20, 30, 40, 50 Klux를 各各 받을 수 있도록 調節하였고 葉의 CO₂ 吸收量을 CO₂ 分析計로 測定하였다. 呼吸量의 測定에는 光合成測定用 아르키일 同化箱子를 黑色비닐로 덮어 暗黑狀態로 하였고 光合成 測定法에 準하여 呼出 CO₂ 量을 測定하였다. 또한 測定이 끝난 直後에 雜草 및 벼의 葉身과 葉鞘로 나누어 葉面積을 測定한 후 80°C에서 2時間 50°C에서 2日間 乾燥시킨 후 乾物重을 秤量하였다.

結果 및 考察

1. 光度에 따른 光合成能力의 草種間 差異

벼와 禾本科 雜草인 피의 光度에 따른 光合成 能力을 보면 그림 1과 같다. 벼와 피 다같이 光度가 增加할수록 光合成 能力도 增加하는 傾向이었다. 그러나 光度가 增加함에 따른 光合成 能力의 增加幅은 벼보다 피가 월등히 크게 나타났다. 이와같이 벼보다 피가 光度增加에 따라 光合成 能力의 增加幅이 큰 것은 벼는 C₃ 植物이고 피는 C₄ 植物로 光合成機構의 差異에 依한 것으로 생각되었다. 一般적으로 C₃ 植物은 C₄ 植物에 比하여 光飽和點이 낮고 維管束鞘細胞가 發達되어 있지 않을 뿐만 아니라 CO₂ 補償點 및 光呼吸이 높으며 한 種類의 엽록체만 가지고 있는 등 여러 가지 生理的인 差異가 있는 것으로 알려져 있다. 그

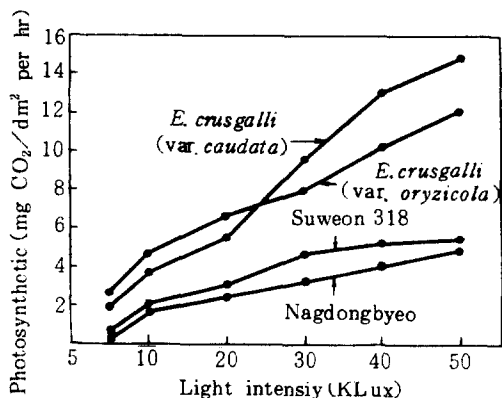


Fig. 1. Photosynthetic activity of rices and *E. crusgalli* under different light intensities at 27°C.

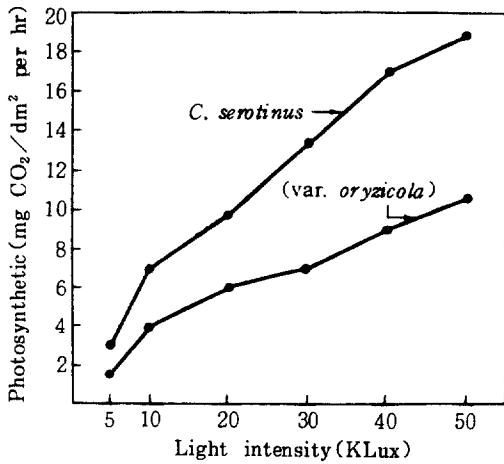


Fig. 2. Photosynthetic activity of sedges under different light intensities.

러나 같은 종류의 피에 있어서도 물피는 20 Klux까지는 강피에 비하여 광합성능력이 떨어졌으나 30 Klux 이상에서는 오히려 강피보다 물피가 높아 광도의 증가에 따른 광합성 효율은 물피가 높았다. 한편 그림 1에서와 같이 피는 광도가 증가함에 따라 광합성량도 증가하는 반면 벼의 경우는 40 Klux까지는 광도의 증가에 따라 광합성량이 미미하게 증가하였으나, 그 이상이 되면鈍化되는 것으로 보아 水原 318 號나 洛東 벼는 40 Klux가 光飽和點으로 생각되며 벼보다는 피가 光飽和點이 높았으며 이와같은 결과는 Tanaka (1972)⁸⁾ 및 Matsunaka (1977)⁹⁾의 報告와 一致하였다.

그러나 벼나 피의 광합성량이 5-14.8 mg CO₂ · dm⁻² · hr⁻¹으로 극히 낮은 것은 個葉에 대한 광합성량이 아니고 植物體全體를 測定한 個葉光合성량이기 때문에 생각된다. 따라서 50 Klux에서 水原 318 號의 2 葉에 대한 광합성능력을 測定한 結果 22 mg CO₂ · dm⁻² · hr⁻¹로 나타나 그림 1에서 보여준 5.87 보다는 월등히 높게 나타났다.

한편 방동산이科 雜草인 너도방동산이와 알방동산이에 대한 광합성능력을 그림 2에서 보면 피에서와 같이 광도가 증가함에 따라 광합성능력도 높아지는 傾向이었으며 同一한 방동산이科 雜草라도 광합성능력이 다르다는 것을 알 수 있었다.

廣葉雜草인 물달개비, 올미, 여귀바늘, 가막살이 등의 광도에 따른 광합성능력은 그림 3에서 보는 바와 같이 이들은 모두 C₃ 植物로서 가막살이 > 물달개비 > 여귀바늘 > 올미의 順으로 높았다. 그러나 특이한 것

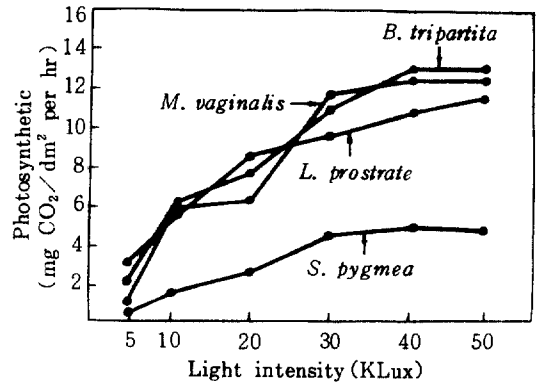


Fig. 3. Photosynthetic activity of broadleaf weeds under different light intensities at 27°C.

은 여귀바늘 및 가막살이는 광도가 증가함에 따라 광합성능력도 증가하는 傾向을 보였으나 물달개비 및 올미는 30 Klux 정도에서부터 광합성능력이鈍化되는 것으로 보아 30 Klux가 光飽和點으로 보여졌다.

이와같은 結果는 올미 및 물달개비가 陰地植物로서 광도가 낮은 벼의 群落狀態에서도 잘 자랄 수 있는 것은 이처럼 낮은 광도에서도 광합성을 할 수 있기 때문이 아닌가 생각되었다.

2. 單位乾物重當 光合성능력의 草種間差異

單位乾物重當 光合성능력의 草種間 差異를 그림 4 및 그림 5에서 보면 광도가 50 Klux까지 증가함에 따라 全雜草 共히 증가하는 傾向을 보였다. 草種別로 보면 廣葉雜草인 물달개비 > 올미 > 가막살이의

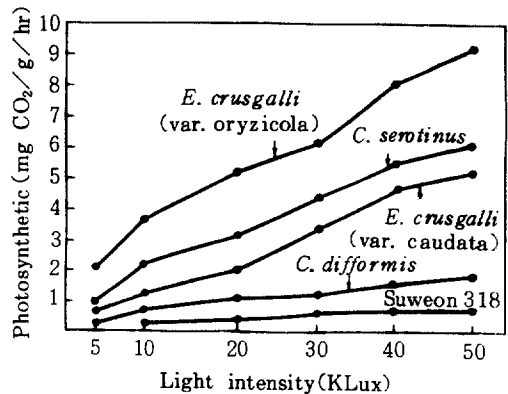


Fig. 4. Photosynthetic activity of weeds based on the dry weight of 1 gram.

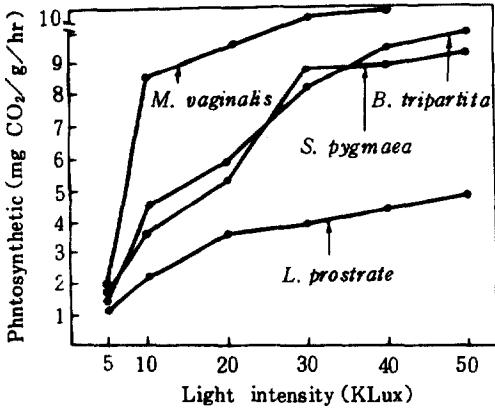


Fig 5. Photosynthetic activity of weeds based on the dry weight of 1gram.

順으로 禾本科 雜草인 강피, 물피보다 높은 光合成量을 보였으며 벼(水原 318號)는 가장 낮은 光合成量을 보였다. 이와같이 화본과 雜草인 강피, 물피가 낮은 光合成量을 보인 것은 피 葉身의 乾物重比率이 12~15%인데 비하여 廣葉雜草는 5~8%로 낮기 때문인 것으로 생각된다.

3. 草種別 光合成과 呼吸量과의 關係

草種別 光合成量과 呼吸量과의 關係를 보면 表 1에서와 같이 光合成量을 너도방동산이 >물피>가막살이 >물달개비 >강피의 順으로 높았으나 呼吸量은 가막살이 >물달개비 >너도방동산이 >알방동산이 順으로 높아 光合成量과 呼吸量과는 一致하지 않았다. 그러나 벼 多收系 品種인 水原 318號는 光合成能力과

Table 1. Photosynthesis and respiration of eight weeds and two rices at heading stage.

Rice variety & weed species	Photosynthesis ^{a)} (mg CO ₂ /dm ² /hr)	Respiration ^{b)} (mg CO ₂ /dm ² /hr)	R/Px 100(%)
Suweon 318	5.87	2.70	45.19
Nagdongbyeo	5.00	2.00	40.00
<i>E. crusgalli</i> (var. <i>oryzicola</i>)	12.05	4.00	33.19
<i>E. crusgalli</i> (var. <i>caudata</i>)	14.80	2.37	19.39
<i>C. difformis</i>	10.63	4.11	38.67
<i>C. serotinus</i>	18.75	4.36	23.25
<i>M. vaginalis</i>	13.05	5.01	38.40
<i>L. prostrate</i>	11.81	3.22	27.27
<i>S. pygmaea</i>	5.01	2.97	59.28
<i>B. tripartita</i>	13.24	5.30	40.03

a) Photosynthesis (P) was measured at 27°C and 50 KLux.

b) Respiration (R) was measured at 25°C.

呼吸量이 높고 呼吸/光合成의 比率도 一般系品種인 洛東벼에 비하여 높은 경향이였다. 여기에서 呼吸量/光合成量의 比率은 光合成 效率을 나타내는 것이므로 이 수치가 낮은 것은 그만큼 光合成利用效率이 높은 것을 意味하는 것으로써 水미를 除外한 모든 雜草가 벼보다 낮은 경향을 보여 벼보다는 光合成效率이 높은 것으로 나타났다. 특히 注目할 點은 *C.* 植物인 물피 및 너도방동산이의 境遇는 呼吸量은 적은 반면 光合成量은 높아 모든 雜草中에서 가장 經濟的인 光合成을 하는 雜草로 보여졌다.

4. 草種別 非葉面積 指數(SLA)

非葉面積 指數란 單位乾物重當 葉面積을 나타내는 指數로 이 수치가 높을수록 잎이 얇다는 것을 意味하며 反對로 이 수치가 낮을수록 잎이 두꺼움을 意味한

Table 2. Difference of specific leaf area of the rice variety and weed species.

Rice variety and weed species	Specific leaf area(cm ² /g)
Rice variety	
Suweon 318	242
Nagdongbyeo	255
Weed species	
<i>E. crusgalli</i> (var. <i>oryzicola</i>)	385
<i>E. crusgalli</i> (var. <i>caudata</i>)	353
<i>C. difformis</i>	167
<i>C. serotinus</i>	164
<i>M. vaginalis</i>	537
<i>L. prostrate</i>	325
<i>S. pygmaea</i>	399
<i>B. tripartita</i>	366

다. 表 2에서 보는 바와 같이 草種別 非葉面積指數는 廣葉雜草인 물달개비가 $537\text{cm}^2/\text{g}$ 으로 가장 높았으며 다음이 울미로 $399\text{cm}^2/\text{g}$ 이었다. 그러나 방동산이과 잡초인 너도방동산이 및 알방동산이는 낮아 $164\sim 167\text{cm}^2/\text{g}$ 이었다. 이와같이 草種間 非葉面積指數가 相異한 것은 草種間 葉의 두께가 다르다는 것을 意味하며 특히 방동산이과 雜草가 非葉面積指數가 낮은 것은 이 雜草들은 葉身 뿐만 아니라 葉鞘에서도 光合成을 하므로 葉身과 葉鞘의 乾物重에 대한 葉面積이기 때문에 낮은 것으로 생각된다. Tanaka (1972)⁹⁾는 두꺼운 잎을 가진 벼 品種은 얇은 잎을 가진 品種보다 光飽和點이 높고 光合成能力도 높다고 하였다.

摘 要

논에 發生하는 主要雜草에 對한 光合成能力을 究明하여 벼와 雜草와의 競合關係를 밝히고자 雜草 8種類, 벼 2品種을 供試하여 光合成 能力을 測定한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 草種別 光合成能力은 너도방동산이(*Cyperus serotinus*) > 물피(*Echinochloa crus-galli*) > 가막살이(*Bidens tripartita*) > 물달개비(*Monochoria vaginalis*) > 여뀌바늘(*Ludwigia prostrata*) 順으로 높았으며 反面에 呼吸率은 가막살이(*Bidens tripartita*) > 물달개비(*Monochoria vaginalis*) > 너도방동산이(*Cyperus serotinus*) > 알방동산이(*Cyperus difformis*) 順으로 높았다.

2. 光度別 光合成能力은 물달개비(*Monochoria vaginalis*), 울미(*Sagittaria pygma*) 등은 30 Klux 程度가 光飽和點으로 보여졌으나 其他 雜草들은 光度가 增加할수록 光合成도 增加하는 傾向이었다.

3. 雜草와 벼와의 光合成能力은 雜草가 2倍 以上 높았으며 光度 增加에 따른 增加率도 雜草가 높았다.

4. 單位乾物重當 光合成能力은 禾本科 雜草보다 廣葉雜草에서 높은 傾向이며 比葉面積도 廣葉雜草에서 높았다.

引用 文 獻

1. AKITA, S., and D.N. Moss. 1972. Differential stomatal response between C_3 and C_4 species to atmospheric CO_2 concentration and light, *Crop Sci.* 12:789-793.
2. AKITA, S., and I. Tanaka. 1973. IV. The differential response in dry matter production between C_3 and C_4 species to atmospheric carbon dioxide enrichment, *Proc. Crop Sci. Soc. Jpn.* 42:288-295.
3. Galston, W. J. Davies and L. Satter. 1970. *The life of the green plant*, p. 103-110.
4. HESKETH, J. D., and D. N. Moss. 1963. Variation in the response of photosynthesis to light, *Crop Sci.* 3:107-110.
5. Holm, L. 1969. Weed problems in developing countries, *Weed Sci.* 17:115-118.
6. MATSUNAKA, S., and H. Saka. 1977. C_3 and C_4 plants classification and weed control, *Weed Sci.* 22(4):177-183.
7. MURADA, Y. 1961. Studies on the photosynthesis of rice plant, and its culture significance, *Bull. Natl. Init. Agric. Sci.* 9:1-169.
8. TANAKA, T. 1972. Studies on the light-curves of carbon assimilation of rice plants. The interrelation among the light-curves, the plant type and the maximizing yield of rice, *Agric. Sci. A*, 19:1-100.
9. TANAKA, I. 1976. Proceedings of the symposium on climate and rice, p. 223-244.
10. TSUNO, K. H. Miyamoto, and N. Harada. 1970. Photosynthesis in leaf sheath and panicles of rice *Proc. Crop Sci. Jpn.* 38:7-8.
11. YOSHIDA, S. 1972. Photosynthesis. Page 211-212 in annual report for 1972. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines.
12. YOSHIDA, S. 1981. Fundamentals of Rice Crop Science P 195-205. International Rice Research Institute.