

野生種大豆生長型式之研究

賴明信 曾富生 吳詩都

中興大學農藝學系

摘要：本研究使用野生種及栽培種大豆為材料，於春秋兩作進行田間試驗，於生育期間調查乾物質累積及生長速率，比較野生種及栽培種大豆生長型式的差異，以及在不同栽培季節之表現，並討論對環境適應的能力。栽培種及一年生野生種大豆在生育初期之生長速率增加迅速，至生育後期則快速下降，其生長型式為短暫強勢型；而多年生野生種大豆的生長速率在生育初期增加緩慢，但生育後期依然直線上昇，顯示其生長曲線為持久強勢型。栽培種及一年生野生種之乾物質累積及生長速率於春秋兩作間差異甚大，而多年生野生種差異則較小，顯示多年生野生種對季節變化的反應較為穩定。

關鍵語：適應能力、乾物質累積、野生種大豆、生長曲線。

Studies on the pattern of dry matter accumulation of *Glycine* spp.

Ming-Hsing Lai, Fu-Sheng Thseng and Shu-Tu Wu

Institute of Agronomy, National Chung-Hsing University, Taichung, Taiwan 400, Republic of China

Abstract. The objective of this study was to elucidate the growth pattern and the adaptability of *Glycine* spp. under different crop seasons. Eight wild and cultivated strains/varieties belonging to five *Glycine* spp. were cultivated in the spring and fall crop seasons of 1988. Characteristics of dry matter accumulation were measured at successive growth stages of the plants and growth rates were determined. The growth rate of cultivated varieties and annual wild strains increased rapidly in early growth stage, but declined markedly during the late developmental period. On the contrary, the initial growth rate of the perennial wild strains was low, while the rate increased significantly as the plants developed. Therefore it is suggested that the growth pattern for the cultivated varieties and annual wild strains be named as dash-vigor type, and the perennial wild strains as sustained-vigor type. The seasonal differences in the pattern of dry matter accumulation were more significant for the cultivated varieties and annual wild strains

than for the perennial wild strains. It appeared that the perennial wild soybeans could adapt themselves to diverse habitats much better than the annual strains/varieties.

Key words: Adaptability, Dry matter accumulation, *Glycine* spp., Growth pattern.

前 言

作物之乾物質生產是積儲與供源相互調配與影響的結果，一般而言，作物生長速率（crop growth rate）在作物開始發育以後逐漸上升，至最大值後又形下降，這種生長速率的改變，尤其是開花期與最大生長速率發生時間的關係，於栽培種與野生種之間差異甚大（Oka *et al.* 1970）。Morishima與Oka（1975a）指出多年生野生稻的最大生長速率出現於抽穗期之前，而栽培稻則出現於抽穗期之後。對許多作物而言，栽培種之產量潛能雖比野生種高，然而兩者之收穫指數卻多無顯著差異（Oka 1988），而且野生種各外表性狀發育之可塑性（phenotypic plasticity）皆較栽培種大（Morishima與Oka 1975a, b），如Oka（1988）曾指出栽培稻之馴化性狀與野生稻有明顯的差異，Thseng與Wu（1988）亦發現大豆乾物質生產因品種而有變異；而具有不同生長型特性之大豆品種，其乾物質生產亦不相同（Thseng and Lee 1976）。

近年來大規模開發土地，致使自然環境被改變破壞，遺傳變異的多樣性因而受到侵蝕（Morishima *et al.* 1984, Mueno *et al.* 1984）。品種改良均以育成高產量和高均一性品種為目標，大面積栽培單一品種更急速地提高遺傳構造的脆弱性（Mueno *et al.* 1984, Tanaka 1984, Chang 1985），一旦遭受不良環境的影響，就會發生嚴重減產。因此瞭解野生種植物對環境的適應性，進而用為育種材料，以擴大栽培作物的遺傳變異性，就具有極高的重要性。本試驗目的即在探討栽培種及野生種大豆生長型式在不同栽培季節之變異性，並進而討論其對環境適應能力的不同，以供將來育種之參考。

材料與方法

以大豆栽培種*Glycine max*（中興 2 號與中興 3 號）、野生種*G. soja*（93 號與 96 號）、半野生種*G. gracilis*（85 號與 9 號）及*G. tomentella*和*G. tabacina*共五個種八個系統為材料（表1）進行試驗，種子均係取自國立中興大學農藝系。分別於1988年春作（3月24日）及秋作（10月18日）播種，播種前先以鋒利刀片割破野生種種子種皮；將各系統種子分別排列於鋪有吸水紙之發芽皿上，加少量蒸餾水，待發芽後移植於容土量0.024m³

Table 1. The origin and chromosome number (2n) of *Glycine* spp. used in this study.

Species	Variety/strain	Growth habitat	Chromosome No. (2n)	Origin
<i>Glycine max</i> Merr.	Chung-Hsing 2	Annual, cultivated	40	Taiwan
	Chung-Hsing 3	Annual, cultivated	40	Taiwan
<i>Glycine soja</i> Sieb. & Zucc.	Acc. 93	Annual, wild	40	Korea
	Acc. 96	Annual, wild	40	Korea
<i>Glycine gracilis</i> Sk.	Acc. 85	Annual, semi- wild	40	China
	Acc. 9	Annual, semi- wild	40	Cjoma
<i>Glycine tabacina</i> (Labill.) Benth		Perennial, wild	80	Taiwan
<i>Glycine tomentella</i> Hayata		Perennial, wild	80	Taiwan

盆鉢中，每盆種三株，置放於田間。田間採CRD設計，三重複，每重複每系統品種種植15盆。每盆肥料用量N : P₂O₅ : K₂O = 0.064 : 0.31 : 0.16g。移植後第14天開始取樣，然後每隔10天取樣一次，至成熟期為止，每次選取3株為樣品，調查葉數、葉面積、乾物重及莢重，乾重係以80°C經48 hr乾燥後秤其重量。又藉 Pear-Reed 二次曲線 $y = Y / (1 + ae^{-bt - ct^2})$ (Morishima and Oka 1975b) 求配植株總乾物質蓄積的過程，其中 t 為時間，y 為 t 時之植株乾物重，Y 為植株成熟時期之乾物重，並據以估算各時期之作物生長速率、萌芽至最高生長速率的天數、最大生長速率 (R_{max})、開花前10天之生長速率 [R(F-10)]、始花期的生長速率 [R(F)]、開花後20天的生長速率 [R(F+20)]、開花前之植株重量與成熟後總乾重之比值以及收穫指數。

結 果

比較植株在春作全生育期乾物質累積型式，由圖 1 顯示所有參試系統之乾物質累積量隨生育時間增加而逐漸升高，*G. max*、*G. gracilis*及*G. soja*之全株乾重於栽種後30天開始明顯升高，至90天時達到高峰，爾後不再增加。而多年生野生種*G. tabacina*與*G. tomentella*在生育初期的乾物質累積非常緩慢，直至始花期前後才明顯增加，且整個調查期間均維持此一增加趨勢。快速累積乾物質的時間在各系統間變異很大，以*G. gracilis*發生於栽種後31天最早，*G. max*及*G. soja*發生於栽種後38天次之，*G. tabacina*與*G. tomentella*則發生於栽種後50天最晚。又由表 2 得知，春作始花期發生的時間以*G. gracilis*於種植後約40天最早，*G. max*及*G. soja*次之（約為種植後50日），*G. tabacina*與*G. tomentella*最

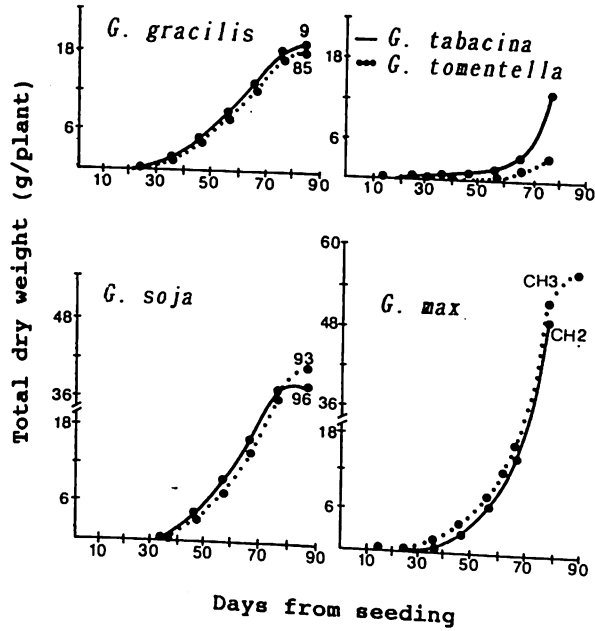


Fig. 1. Whole-plant dry matter accumulation during the growth course of *Glycine* spp. plants in the spring crop season.

Table 2. Some agronomic characters of *Glycine* spp. grown in the spring and fall crop seasons.

Variety/strain	Days to flowering		Pod wt. (g/plant)		Harvest index (%)	
	Spring	Fall	Spring	Fall	Spring	Fall
<i>Glycine max</i>						
Chung-Hsing 2	47	36	20.35	6.16	43.2	30.8
Chung-Hsing 3	48	37	19.06	4.53	44.6	34.5
<i>Glycine gracilis</i>						
Acc. 85	38	29	17.60	0.49	40.3	6.7
Acc. 9	39	30	13.64	0.84	38.8	7.5
<i>Glycine soja</i>						
Acc. 93	46	30	24.16	1.24	31.8	41.0
Acc. 96	48	31	22.77	0.74	30.4	38.7
<i>Glycine tomentella</i>	57	-	3.05	-	21.5	-
<i>Glycine tabacina</i>	59	39	3.89	2.04	22.3	20.7
L.S.D.(5%)			1.14	0.29	4.14	2.79

晚，約為種植後60日。在單株種子產量方面，一年生種均較多年生種為高，其中以*G. soja*最高，*G. max*次之，*G. tomentella*最低；然而收穫指數則以*G. max*最高，*G. gracilis*次

之，*G. tomentella*及*G. tabacina*最低。

圖 2 資料顯示參試系統在秋作之乾物質累積量明顯的較春作低，但曲線型式與春作類似。種植後30天*G. max*及一年生野生種之乾物質曲線已明顯升高，而*G. tabacina*之曲線則沒有太大變化，直至種植後60天才明顯升高；栽培種及一年生野生種之乾物重於植株生育後期不再增加，多年生野生種*G. tabacina*則仍持續上昇。乾物質迅速累積發生的時間，以栽培種及*G. gracilis*最早，*G. soja*次之，*G. tabacina*最晚，此結果與春作相同。各系統於秋作的始花期明顯的較春作提早，從表2可知提早天數的長短以*G. tabacina*提早20天最多，*G. soja*提早15天次之，栽培種及*G. gracilis*提早10天最短，而且始花期發生的時間以*G. gracilis*最早，栽培種及*G. soja*次之，*G. tabacina*最晚，此結果亦與春作相同。

秋作各系統之單株種子產量明顯的比春作減少，*G. max*及一年野生種均大幅減少，而*G. tabacina*的種子產量雖然不高，唯減少幅度不大。比較秋作的收穫指數，各系統間差異很大，*G. soja*種子產量雖低，因植株生長嚴重受到阻礙，故收穫指數最高，*G. gracilis*植株雖矮小，但枝桿粗壯，收穫指數最低。在收穫指數的期作性差異方面，秋作除*G. soja*提高外，其餘系統皆減少，減幅以*G. gracilis*最大，*G. tabacina*改變甚少。

調查各系統在春作不同時期的生長速率（表3），始花期前10天的生長速率以*G. max*及*G. soja*最高，*G. gracilis*及*G. tabacina*次之，而以*G. tomentella*最低。始花時各系統的生長速率均比始花期以前增加，唯仍以*G. max*及*G. soja*較高，*G. tomentella*較低。最

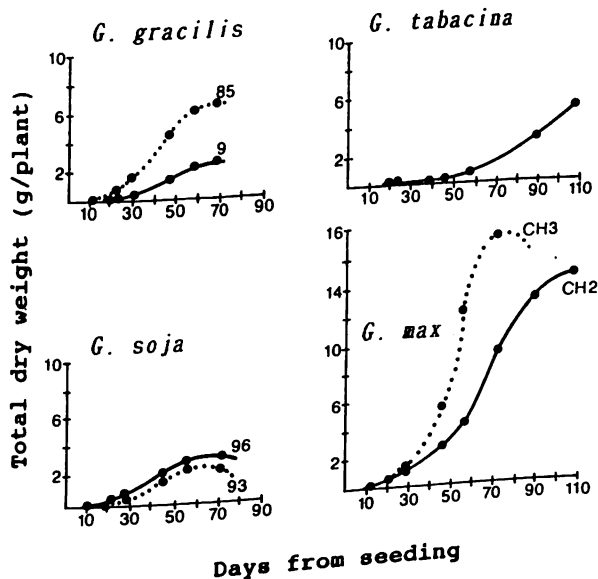


Fig. 2. Whole-plant dry matter accumulation during the growth course of *Glycine* spp. plants in the spring crop season.

Table 3. Some characteristics of dry matter accumulation derived from the growth curves for plants of *Glycine* spp. grown in the spring and fall crop seasons.

Variety/Strain	Growth rate (R, g/plant.day) ¹				Days from flowering to Rmax	DW ² at flowering to DW at maturity (%)
	R (F-10)	R (F)	R (F + 20)	Rmax		
Spring crop						
<i>Glycine max</i>						
Chung-Hsing 2	0.290	0.921	1.197	1.202	19	6.5
Chung-Hsing 3	0.521	0.899	0.942	0.999	14	12.9
<i>Glycine gracilis</i>						
Acc. 85	0.062	0.315	0.507	0.509	23	10.3
Acc. 9	0.104	0.231	0.314	0.314	18	12.6
<i>Glycine soja</i>						
Acc. 93	0.440	0.827	0.832	0.917	11	8.1
Acc. 96	0.554	0.667	0.662	0.708	10	8.5
<i>Glycine tomentella</i>	0.046	0.218	0.555	0.733	>30	2.5
<i>Glycine tabacina</i>	0.232	0.372	0.691	0.982	>34	3.3
Fall crop						

¹ F-10:10 days before flowering; F: at flowering; F + 20:20 days after flowering; Rmax: the maximum growth rate.
² DW: dry weight per plant.

大生長速率以 *G. max* 最高，*G. tabacina* 及 *G. soja* 次之，*G. gracilis* 最低，而且各系統之最大生長速率皆發生於始花期以後，發生時期以 *G. soja* 較早，約為始花期後14天，*G. max* 及 *G. gracilis* 次之，多年野生種超過始花期30天最晚。基本上，始花期前累積乾物質對種子生產量多寡的影響很大，由表3可發現 *G. tomentella* 累積量最低，*G. gracilis* 最高。

圖3為各系統在春作之生長速率變異型式，生育初期之生長速率以 *G. max* 最高，*G. soja* 及 *G. gracilis* 次之，*G. tabacina* 及 *G. tomentella* 最低。各系統生長速率皆隨生育時間之遞增而升高，進入快速生長期的時間卻以 *G. max* 較早，*G. soja* 及 *G. gracilis* 次之，*G. tomentella* 與 *G. tabacina* 最晚；一年生種的生長速率在達到高峰後即行下降，以 *G. max* 之下降最為迅速，*G. gracilis* 及 *G. soja* 的下降則較為緩慢，多年生野生種 *G. tabacina* 及 *G. tomentella* 的生長速率在調查期間均持續增加。

秋作各系統之生長速率顯示於表3，一般而言，其數值皆低於春作，尤其以 *G. soja* 的變化最大；始花期前10天生長速率以 *G. max* 最高，*G. tabacina* 最低；各系統在始花時之生長速率皆有增加，仍以 *G. max* 最高，*G. tabacina* 最低；最大生長速率以 *G. max* 最高，*G. tabacina* 次之，*G. soja* 最低，而發生時間皆在始花期以後，以 *G. gracilis* 最早，*G. max* 及 *G. soja* 次之，*G. tabacina* 最晚。始花期以前乾物質累積量以 *G. gracilis* 較大，*G.*

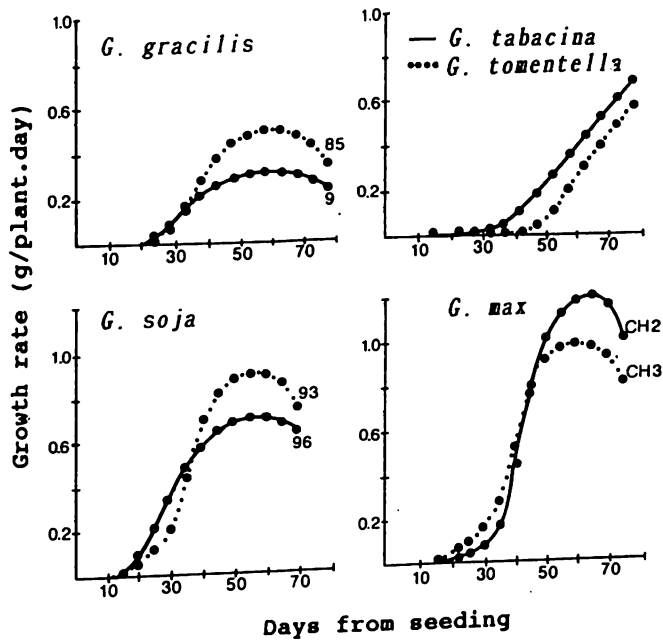


Fig. 3. Crop growth rate during the growth course of *Glycine* spp. plant in the spring crop season.

*max*次之，*G. tabacina*最小，同時與春作比較可發現除*G. tabacina*降低外，其餘系統皆提高，可能係受日照逐漸變短以及低溫造成生育後期生長幾乎停滯的影響。各系統之生長速率型式如圖4所示，生育初期以*G. max*及*G. soja*之生長速率較高，*G. gracilis*及*G. tabacina*偏低；進入快速生長期的時間以*G. max*最早，*G. soja*及*G. gracilis*次之，*G. tabacina*最晚，然而均較春作提早。

討 論

作物生長勢強弱可依其最大生長速率發生於開花期之前或之後而區分為早期強勢型 (early-vigor) 及晚期強勢型 (late-vigor)，亦可依最大生長速率維持時間長短區分短暫強勢型 (dash-vigor) 及持續強勢型 (sustained-vigor) (Morishima and Oka 1975b)。本試驗結果顯示所有系統之最大生長速率均發生於始花期以後，而且開花前營養生長以栽培種及*G. gracilis*最快，*G. soja*次之，多年生野生種則生長緩慢；開花後，一年生野生種乾物質累積量及生長速率在短時間內即達到最高點，然後明顯下降，而多年生野生種仍持續不斷的升高，顯示栽培種大豆及一年生野生種大豆為晚期短暫強勢型，相對的多年生野生種大豆則為晚期持續強勢型。

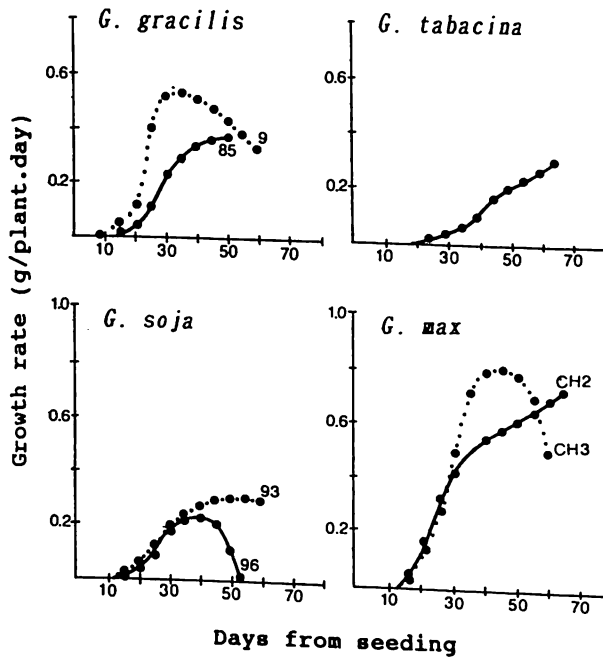


Fig. 4. Crop growth rate during the growth course of *Glycine* spp. plants in the fall crop season.

Morishima與Oka (1975b) 報告野生種水稻幼苗期生育緩慢，可能與其分蘖匍匐性及根的快速生長有關，這也許是與周遭植物競爭的一種適應行爲。本試驗發現多年生野生種大豆生育初期之生長速率很低，但最大生長速率並不遜於栽培種，甚至較一年生野生種爲高，而且皆於生育後期發生；而一年生野生種及栽培種生育初期的生長速率較高，但生育後期則迅速降低，顯示兩者生長曲線迥異。可能原因係多年生野生種大豆多生育於土壤肥力較缺乏的沙質地，水分的獲得與保存很不容易，在惡劣的自然環境下爲求生存，擁有粗壯而又能深植的根系有其必要性，所以生育初期將大部分養分往地下部運送，使根系充分發育，非但能吸收水分，並可貯存養分和水分，爾後再供應地上部生長，因此地上部發育較爲緩慢。又多年生野生種開花前之乾物質累積量與成熟植株之乾物重的比值較一年生種爲低，而且其最終種子產量不高，原因爲多年生野生種大豆的莖爲匍匐莖，不具攀緣或直立特性，雖然在雜草群落中對日光之競爭處於相當不利的地位，然而其生命週期長，匍匐莖具走莖可以行無性繁殖，能否大量生產種子並無迫切性。況且生育初期地上部生長緩慢，一方面可避免浪費能量，另一方面使地下部充分發育，加強競爭土壤養分的能力；生育後期生長速率快速升高，此時可能正值周圍雜草世代交替時期，因而野生種大豆具有生長優勢，是一最佳之生存方式。另一方面，一年生野生種及栽培種的生命週期短，完全依賴種子繁衍後代，雖然 *G. soja* 的莖具有攀緣的生長特性，而 *G. gracilis* 及栽培種的莖亦

具有直立特性，均不怕雜草競爭，然而為獲得多量而充實的種子，以確保其族群衍續，開花前累積足夠的乾物質並取得生長優勢，是有絕對的必要性。因此，不同種間生長型式的差異與其進化生存環境的壓力有密切的關係，其最終目的仍在種族能繼續維持生存。

植物特有的性狀及生長習性，乃因在進化過程中為適應環境變異而形成（Allard and Bradshaw 1964），本試驗結果發現一年生野生種及栽培種的生長習性在期作間有顯著差異，在春作適合其生長的季節裡種子產量高，收穫指數亦高，但秋作因日照變短，開花期提早，加以溫度下降，產量及收穫指數均大量減小。Kiang *et al.* (1987) 指出一年生野生種大豆多生長在開闊地域（河堤及低窪地）等不安定地，或是栽培大豆田邊，這些地方沒有天然屏障，容易遭受動物的破壞，植物面臨巨大的淘汰壓力，只有生命週期短並能迅速形成種子的植物，才容易延續族群，同時又因種子是其唯一的繁殖工具，為確保族群生生不息，植株產生調適生態環境條件的能力，以能充分生長並大量製造種子為必要條件，經久累月，唯有在適合之環境條件與氣候下，才能完全表現其生長特性，逐漸的對環境變化反應敏銳，而喪失其穩定性，適應環境的能力因此減弱。而多年生野生種不論在春作或秋作，子實產量皆不高，但期作間之差異卻不如一年生種明顯，期作收穫指數之表現亦有相同的趨勢。Brown *et al.* (1985) 指出多年生野生種大豆生長於半開放的桉樹林地、濃密遮蔭之高林地及未開發之土地與開放草地。這些地區的生態環境相當穩定，鮮少遭受動物強烈破壞，天然淘汰壓力不劇烈，對生命週期長且能以有性及無性兩種繁殖方式擴展其族群規模的植物較為有利。又因其生育期長，面臨的氣候條件變異大，加以開花期間長，久而久之，形成若非外在環境劇烈改變，植株的表現差異不大，同時結實率受低溫的影響也較不明顯，無形中造就其對環境的忍受能力，適應能力亦因而變強。

引用文獻

- Allard, R. W. and Bradshaw, A. D. (1964) Implication of genotype-environmental interaction in applied plant breeding. *Crop Sci.* 4:503-508.
- Brown, A. H. D., Grant, J. E., Burdon, J. J., Grace, J. P., and Pullen, R. (1985) Collection and utilization of wild perennial *Glycine*. In: Proc. 3rd World Soybean Res. Conf. (ed. by Richard, S.). pp. 345-352. Westview Press, Inc., U.S.A.
- Chang, T. T. (1985) Principles of genetic conservation. *Iowa State J. Res.* 59:325-348.
- Kiang, Y. T., Chiang, Y. C., and Bult, C. J. (1987) Amylase and acid phosphatase genotypes of *Glycine max*, *Glycine soja* and *Neonotonia wightii*. *Soybean Genet. Newsl.* 8:93-104.
- Morishima, H. and Oka, H. I. (1975a) Phenotypic plasticity, growth pattern and yield stability. In: Adaptability in Plants (ed. by Matsuo, T.). pp. 133-140. JIBP Synthesis 6, Univ. Toyko Press, Tokyo.
- Morishima, H. and Oka, H. I. (1975b) Comparison of growth pattern and phenotypic plasticity between wild and cultivated rice strains. *Japan. J. Genet.* 50:53-65.

- Morishima, H., Sano, Y. and Oka, H. I. (1984) Differentiation of perennial and annual types due to habit at conditions in the wild rice *Oryza perennis*. *Plant Syst. Evol.* 144:119-135.
- Mueno, I., Williams, J. T., and Anishetty, N. M. (1984) The problems for plant genetic resources. *Agric. Hort.* 59:493-499.
- Oka, H. I., Morishima, H., Chang, T. T., and Tagumpay, O. (1970) Analysis of genetic variations in plant type of rice. V. Early vs. sustained vigor types in growth and their bearing on yield potential. *Theor. Appl. Genet.* 40:50-55.
- Oka, H. I. (1988) Origin of Cultivated Rice. p.91. Japan Sci. Soc. Press, Tokyo.
- Tanaka, M. (1984) The prospects to the 21st century on the exploitation and utilization of plant genetic resources. *Adv. Breed.* 26:12-18.
- Thseng, F. S. and Lee, M. S. (1976) Significance of growth habit in soybean breeding. X. Effect of crop season and planting density on yielding processes of determinate and indeterminate soybeans. *Natl. Sci. Counc. Monthly., ROC.* 4:2743-2781.
- Thseng, F. S. and Wu, S. T. (1988) Performance of dry matter accumulation for narrow leaflet, early and late maturity near-isogenic lines of soybean. *J. Agric. Forest.* 37:113-128.

收稿日期：81年8月15日，接受刊登日期：81年11月23日

編輯：劉大江