

倒伏이 大豆의 収量 및 其他 形質에 미치는 影響

權臣漢·金在利*

*韓國原子力研究所

Effect of Lodging on soybean yield and other important agronomic characters

S. H. Kwon and J. R. Kim*

*Korea Atomic Energy Research Institute

Abstract

An artificial lodging was made at various growth stages of the soybean varieties Clark and KAS 100-3-1 to evaluate its effect on seed yield and other important agronomic characters.

Results showed general increases in plant height and number of branches per plant whereas reductions in seed weight, number of nodes, pods and seeds per plant in the severely lodged plots. As compared to prevention of lodging, about 40 percent yield reduction was caused by the severe lodging treatment.

Furthermore, the most severe lodging before blooming resulted in about 66% yield loss.

緒 言

農作物의 倒伏은 生産力을 감소시키는 하나의 重要한 制限要因이 된다. 倒伏은 植物體가 光을 效率的으로 이용하는 것을 방해하고 結實期에 營養生長을 촉진하는데 그 原因이 있다고는 하나¹⁾ 環境과의 複合作用으로 精確히 評價하기는 아직 어려운 점이 많다²⁾

특히 大豆는 다른 禾本科 作物에 비해 넓은 葉面積을 갖고 環境에 민감하므로 収量에 대한 倒伏의 影響은 클 것으로 생각된다. 더우기 本 實驗室

에서 그동안 大豆育種을 위하여 國內外的 遺傳子源을 蒐集 評價한 결과³⁾, 우리나라 品種의 대부분은 倒伏에 매우 弱해서 収量의 主된 制限要因이 되고 있기 때문에 새로운 品種育種에 있어 반드시 고려되어야 할 形質이라고 생각된다.

우리나라에서 倒伏이 大豆에 미치는 影響은 아직까지 報告된 바 없으나 外國의 경우에는 倒伏의 發生으로 種實重의 減少, 熟期의 遲延, 草長의 增加와 함께 10~23%의 収量減少를 가져 왔음이 研究 報告되었다^{1, 4)}. 그러나 Leffel⁵⁾은 倒伏防止나 播種量의 減少가 収量을 증가시키는데 별 效果가 없었으며 人爲的 倒伏은 収量과 品質에 影響을 주나 倒伏時期, 品種 및 環境要因 등에 따라 차이가 많음을 報告하였다.

이 試驗은 우리나라 環境條件에서 生育期別로 人爲的 倒伏을 발생시킨 다음 이들이 収量 및 百粒重 등 重要形質에 미치는 影響을 究明하기 위하여 實施한 바 그 結果를 報告하는 바이다.

材料 및 方法

KAS 100-3-1과 Clark 등 2개 품종을 供試하였다. KAS 100-3-1은 우리나라 在來種으로서 多収性이며 大粒이나 倒伏에 매우 弱한 有限伸育型이고, Clark는 美國에서 導入된 多収性이며 耐倒伏性의 無限伸育型 품종이다. 이 두 품종을 1978년 5월24일 韓國原子力研究所 試驗農場에

株長 3 m, 畦幅 60 cm, 株間距離 10 cm로 파종하였다. 試驗區設計는 3反復의 細細區配置法으로 主는 品種, 細區는 倒伏時期, 細細區는 倒伏程度로 하였으며 도복시기는 각 품종별로 開花前, 開花後와 成熟前에 인위적으로 倒伏을 시켰다. 倒伏은 4개 水準으로 75°, 45° 및 15°는 2 m×2 m의 角木으로 밀변의 한 角이 각각 75°, 45°, 15° 되는 直三角型을 만들어 각 區의 兩側端에 설치한 후 그 위에 3 m 길이의 角木을 水平으로 地上部에서부터 寸천허 上端으로 이동시킨 다음 고정시켰으며 大豆가 生長함에 따라 나이론 끈으로 人爲的 倒伏을 보완 유지시켰다. 마지막 한 水準은 倒伏防止區로서 自然的 倒伏을 防止하기 위하여 각 區의 兩側端에 支柱를 설치한 후 나이론 끈으로 연결하고 그 中間 中間部分을 다시 묶어 列內에서의 倒伏을 防止하였다.

調査形質로서 收量은 各 區當 양측단을 제외한 2 m 내의 全個體를 收穫 秤量한 다음 ha당 kg으

로 換算하였고 百粒重은 건조된 種實重을 100粒씩 反復當 임의로 채취해 秤量하였다. 草長, 株當分枝數, 節數, 莢數와 粒數는 區當 5株씩 임의로 선택해 測定 計數하였다.

結果 및 考察

試驗期間 중의 氣象은 播種期에 심한 가뭄과 開花期의 긴 장마로 인하여 大豆 生育에는 不良한 편이었으며, 生育期別로 人爲的인 倒伏程度에 따른 供試品種의 收量變化는 表 1과 같다.

倒伏時期는 倒伏程度에 비해 收量에 미치는 영향은 적었으나 生育初期에 도복이 심할수록 減少되는 경향이 있었고 특히 開花前에 75°의 人爲的 倒伏을 가한 區는 倒伏을 방지한 區보다 평균 약 66%의 심한 減收를 보였다. 圃場에서 開花前의 심한 도복은 主莖의 生長 不良뿐만 아니라 早期 落葉, 側枝의 발달로 아주 빈약한 草型을 형성하였으며, 심한 倒伏으로 인한 收量減少는 光合成 能力이 활발한 幼葉의 기능이 떨어지고 落花 및

Table 1. Effect of lodging treatment and stage on mean yield(kg/ha) for two soybean varieties.

Lodging treatment	KAS 100-3-1			Clark			Pooled mean
	B. B.	A. B.	B. M.	B. B.	A. B.	B. M.	
75°	898.9(42.0) *b	1311.7(67.8) b	1913.2(87.6) a	544.8(26.9) b	1095.6(59.1) b	1607.7(85.0) a	1228.7(61.3) b
45°	1646.2(76.9) a	1482.1(76.7) a	1936.7(88.7) a	1367.6(67.5) b	1476.3(79.7) a	1519.2(80.3) a	1571.4(78.4) a
15°	1914.0(89.5) a	1938.9(100.3) a	2052.0(93.9) a	1884.1(93.0) a	1742.7(94.1) a	1467.2(77.6) a	1833.2(91.5) a
Control	21.3 (100.0) a	1933.4(100.0) a	2184.6(100.0) a	2025.8(100.0) a	1852.8(100.0) a	1891.0(100.0) a	2004.6(100.0) a

* B. B. ;before blooming, A. B. ;after blooming, B. M. ;before maturing.

** Percent yield based on prevention of lodging (Control);

落莢數의 증가와 함께 種實重이 작아진데 그 原因이 있을 것이다²⁾. 供試品種의 倒伏程度에 의한 收量만을 살펴 보면 倒伏을 방지한 區를 100으로 할 때 75°區에서 KAS 100-3-1은 평균 34.2%, Clark는 46.3%, 45°區에서는 각각 19.2%, 24.2%, 15°區에서는 5.4%, 11.8%의 減收를 보여 品種에 따라 그 影響이 달랐다.

본 實驗室에서 그동안 우리나라의 在來種과 既存品種 등 약 1700種을 수집하여 倒伏程度를 評價

한 결과³⁾, 試驗年度의 氣象條件에 따라 다소 차이는 있으나 대부분이 倒伏指數 4~5 다시 말하면 75° 전후의 심한 倒伏現象을 보여, 우리나라 品種의 最大生産力을 나타내는데 가장 重要한 制限要因의 하나는 倒伏이라고 말 할 수 있을 것으로 생각한다. 또한 成熟前의 倒伏은 對照區와 비교하여 統計的으로 收量差異가 없었으나 開花前後의 심한 倒伏에서는 그 差異를 인정할 수 있었으며, 一般的으로 中部地方의 장마기는 開花前後에

시작되고 도복이 발생함은 물론 勞動力의 부족으로 인한 營農의 機械化에 대비하여서도 多收性 문제와 함께 耐倒伏性은 필히 고려되어야 할 것이며 그 因子는 導入種에서 찾는 것이 效果의이라고 생각한다.

百粒重, 草長, 株当分枝數, 節數, 莢數 및 粒數에 미치는 倒伏程度와 時期의 영향은 表 2에, 그리고 이들의 分散分析 結果는 表 3에 나타내었다. 百粒重은 75°區에서 가장 낮았으며 倒伏이 완만해

짐에 따라 增加하는 경향이 있었으나 倒伏 處理時期의 차이는 有意性을 인정할 수 없었다. 草長은 倒伏이 심할수록 그리고 그 時期가 빠를수록 增加하는 경향이 있었고 Weber와 Fehr⁷⁾의 試驗結果와는 反對現象을 보였으며 이는 株間節數가 倒伏이 완만해질수록 增加하는 경향으로 미루어 보아 畦幅에서 오는 部分的 莖長의 結果로 여겨진다.

Table 2. Effect of lodging treatment and stage on seed weight and other five characters for two soybean varieties.

Variety	Lodging treat.	Seed wt.			Plt. height			Branch No.			Node No.			Pod No.			Seed No.		
		B. B.	A. B.	B. M.	B. B.	A. B.	B. M.	B. B.	A. B.	B. M.	B. B.	A. B.	B. M.	B. B.	A. B.	B. M.	B. B.	A. B.	B. M.
KAS 100-3-1	75°	31.6	30.2	33.0	69.3	61.5	62.0	2.3	2.5	2.2	14.1	14.7	15.3	17.3	29.5	34.1	22.7	41.7	47.3
	45°	35.6	32.1	32.6	64.1	60.6	59.3	2.7	2.5	1.5	15.2	14.9	14.4	31.5	30.3	28.9	44.4	43.5	42.0
	15°	33.7	35.6	34.4	65.1	60.7	62.8	2.7	2.3	2.1	14.3	15.0	15.5	32.2	33.8	32.9	52.9	50.0	48.6
	Cont.	34.0	35.6	33.6	64.2	59.1	60.6	2.0	2.1	1.8	14.9	14.7	15.2	34.8	34.8	32.1	54.5	52.6	45.5
Clark	75°	12.3	12.0	12.7	110.9	83.9	86.1	2.7	2.1	2.3	18.0	17.7	19.1	20.5	38.1	45.6	49.3	93.2	95.8
	45°	13.7	13.5	13.8	87.3	86.9	85.1	2.7	1.7	11.7	18.1	17.9	18.1	41.4	39.3	38.1	103.5	95.4	83.1
	15°	15.5	15.2	12.8	90.8	86.6	84.9	2.3	1.7	2.1	19.2	18.4	18.6	47.9	44.4	48.0	101.7	93.0	97.4
	Cont.	15.0	12.8	14.7	92.8	87.6	79.8	2.2	2.1	1.7	19.7	18.1	18.7	48.5	43.3	44.3	110.9	93.3	97.1

Table 3. Analysis of variance for yield and other important agronomic characters.

	d. f.	Yield (kg/ha)	Seed wt. (gr/100)	Plt. height (cm)	No. of branches /plt.	No. of nodes /plt.	No. of pods /plt.	No. of seed /plt.
Whole plot								
Replication (R)	2	1317.89	0.61	52.20	0.81	1.33	1.14	450.99
Variety (V)	1	1034257.56*	7088.44**	7088.44**	0.25	232.28**	2026.72**	41452.80*
Error (a)	2	47069.08	0.12	51.71	0.41	1.10	35.11	723.11
Subplot								
Stage (S)	2	488443.93	2.14	463.74*	1.82	1.14	86.38	28.83
V x S	2	123354.62	0.21	73.77	0.46	1.42	11.91	11.82
Error (b)	8	298816.61	3.06	101.70	0.87	1.28	27.56	169.32
Sub-subplot								
Treatment (T)	3	2055701.72**	23.85**	100.57**	0.44**	1.09**	333.33**	1140.17
V x T	3	14434.38	0.79	21.66	0.17**	0.82**	30.75	120.26
S x T	6	444082.62**	4.43	85.71**	0.34**	1.01**	215.50**	1024.26
V x S x T	6	30389.81	5.94	50.81**	0.68**	1.90**	12.33	240.09
Error (c)	36	54493.44	1.96	9.30	0.04	0.19	16.76	9696.63

株当分枝数は草長에서와 같이 倒伏이 심할수록 有意하게 증가하였으나 倒伏時期에 따라서는 그 差異를 인정할 수 없었다. 株当節數와 莢數는 倒伏時期가 늦어짐에 따라 增加하는 경향이 있는 반면에 倒伏程度는 緩慢해질수록 有意性있는 증가를 하였다. 그러나 株当粒數에 있어서는 倒伏程度가 약할수록 그리고 그 時期가 늦어질수록 증가하는 경향은 있었으나 有意性은 인정할 수 없었다. 따라서 이 試驗에서는 草長을 제외한 대부분의 形質은 倒伏時期에 큰 영향을 받지 않았으며 倒伏程度와의 交互作用에서 오는 영향만을 인정할 수 있었다. 이와함께 生育初期의 심한 倒伏區와 对照區에서 收量을 비롯하여 株当莢數와 粒數의 差는 매우 크므로 실제 倒伏時期에 따른 收量減少의 重要性은 強調되어야 할 것이다. 따라서 大豆는 環境의 영향에 敏感하므로 一年間의 試驗으로 倒伏에 의한 減收를 단정적으로 論하기는 어려운 점이 있으나 그 傾向은 판단할 수 있을 것으로 생각되며 앞으로 大豆育種을 위하여 倒伏現象의 物理的 原因과 遺傳的 研究가 함께 이루어져야 할 것이다.

摘 要

本 試驗은 우리나라 環境下에서 生育期에 따른 倒伏程度가 大豆의 收量 및 其他 重要形質에 미치는 영향을 究明하기 위하여 遂行되었다. 供試品種은 우리나라 在來種인 KAS 100-3-1 과 導入種 Clark 등 2個 품종으로서 開花前, 開花後, 成熟前에 15°, 45°, 75° 및 对照區로 나누어 各各 處理하였다.

倒伏程度가 倒伏時期에 비해 收量 등 대부분의 調査形質에 미치는 영향은 컸으며 그들간의 交互作用에서는 有意性을 인정할 수 있었다. 人爲的으로 倒伏이 심하게 발생한 區에서 草長, 株当分枝數는 增加한 반면 百粒重, 株当節數, 莢數와 粒數의 減少와 함께 평균 약 40%의 막대한 減收를 나타내었으며, 특히 開花前의 75°區는 对照區 보다 평균 66%의 收量減少를 보였다. 따라서 倒伏은 우리나라의 大豆에 最大生産力을 制限하는 重要한 要素의 하나로 생각할 수 있을 것이며 더우기 우리나라 大豆 品種의 대부분은 倒伏에 매우 弱한 特性을 갖고 있어 새로운 品種育成에 있어서 耐倒伏性은 強調되어야 하고 그 因子源은 導入種에서

찾는 것이 效果의 일 것으로 思料된다.

Literature cited

1. Cooper, R. L. 1971. Influence of early lodging on yield of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.). *Agron. J.* 63; 449-450.
2. Dornhoff, G. M & R. M. Shibles. 1970. Varietal differences in net photosynthesis of soybean leaves. *Crop Sci.* 10: 42-45.
3. Johnston, J. J. & J. W. Pendleton. 1968. Contribution of leaves at different canopy levels to seed production of upright and lodged soybeans. (*Glycine max* (L.) Merrill) *Crop Sci.* 8: 291-292.
4. _____, _____, D. B. Peters & D. R. Hicks. 1969. Influence of supplemental light on apparent photosynthesis, yield, and yield components of soybeans (*Glycine max* (L.) Merrill). *Crop Sci.* 9: 577-581.
5. Lebbel, R. C. 1961. Plant lodging as a selection criterion in soybean breeding. *Crop Sci.* 1: 346-349.
6. Kwon, S. H., J. R. Kim, J. H. Oh & K. H. Chung. 1978. Evaluation of Korean Soybean Germplasm. Pub. no. KAERI/TR/63/78, Korea Atomic Energy Research Institute, Seoul, Korea.
7. Weber, C. R. & W. R. Fehr. 1966. Seed yield losses from lodging and combine harvesting in soybeans. *Agron. J.* 58: 287-289.

Summary

This study was carried out to evaluate an influence of lodging induced artificially at various growth stages on seed yield and other important agronomic characters in soybean. Two varieties were engaged in this experiment, in which the variety Clark is indeterminate type, relatively resistant to lodging, while the local line KAS 100-3-1 is determinate, susceptible to lodging. The experiment was arranged in split-split plot design with two varieties as main plot, lodging treatment at three growth stages as sub plot

and four lodging degree as sub-sub plot with three replications.

The results indicated that influence of degree of lodging was greater than the lodging treatment made at various growth stages in most agronomic characters investigated, and significant interaction was recognized between them. Plant height and number of branches per plant were rather increased by the severe lodging, whereas seed size and number of nodes, pods and seeds per plant were significantly decreased. Consequently around 40% of yield reduction as compa-

red to that in control plot was resulted.

Especially, remarkable yield reduction averaged 66% was brought about by the lodging of 75° treated before blooming. Therefore, it could be inferred that lodging is an important limiting factor for soybean production in Korea, from the point that majority of the Korean cultivars are relatively susceptible to lodging, and that it should be considered with emphasis to be given in improvement of lodging resistance in Korean soybean cultivars.