

日本的大豆研究^{*}

张秋英¹ 大崎 满²

(1. 中国科学院黑龙江农业现代化所, 哈尔滨 150040; 2. 日本北海道大学作物营养讲座)

SOYBEAN RESEARCH IN JAPAN

Zhang Qiuying¹ Mitsuru Osaki²

(1. Heilongjiang Institute of Agricultural Modernization, CAS, Harbin, 150040; 2. Division of Plant Nutrition, Hokkaido University, Sapporo, Japan)

摘要 本文详细介绍了日本大豆生产的历史, 重点分析了当前大豆生产的现状, 分阶段概述了不同时期育种、栽培及生理研究的方法与内容, 提炼出今后的主要育种目标、栽培方式和超高产生理研究的重点方向。

关键词 大豆; 育种; 栽培生理; 超高产

中图分类号 S565.1 **文献标识码** A **文章编号** 1000-9841(2001)03-0227-04

日本是一个多山国家, 70%为山地, 总耕地面积为 5.08×10^6 公顷, 其中水稻种植比率为 45%、豆类作物 20%、蔬菜占 15%, 而北海道豆类作物占各类作物的 30%左右。1998 年全国大豆种植达 109 千公顷。在日本, 大豆从古至今都是最重要的作物, 大豆做为豆腐、豆酱、纳豆及酱油等的原料, 它是日本人民日常生活中不可缺少的原料食品。一般年需要量为 100 万吨, 用在豆腐 52 万吨、豆酱、酱油 19 万吨、纳豆 12 万吨, 另外日常吃的煮豆 1.3 万吨, 占食用量的第 4 位。由于日本大豆生产的不稳定性, 使大豆的自给率逐年下降, 1997 年大豆的自给率下降为 3%, 食品自给率也只有 13%, 主要是美国进口大豆, 占年进口量的 80%。然而, 日本产的大豆品质好、无污染、无公害, 为绿色食品, 很受消费者青睐。

1 日本大豆生产历史及现状

大豆原产于中国, 确切何时传到日本不太明确, 但从绳文时代就发现了蔓生豆, 然而是否做为栽种还不清楚, 有大概能采种的说法。从历史上看大豆真正种植并留下有一定的贡献的记录是 6 世纪, 说明日本的大豆栽培历史也较悠久。但大豆研究显著

落后于水稻、麦类作物。有人认为, 大豆当初被引进到日本主要是做为重要的草药植物, 随后才被当成油料作物。初期的大豆主产区是京畿、中国、四国等地区, 后来北海道逐渐增加。

明治以后大豆的种植比例提高, 从明治中期到大正时代维持种植面积 40 万公顷, 平均产量为 0.5 吨/公顷。1908 年以后, 是此历史时期种植面积最大的, 为 48.8 万公顷, 最高产量是 1920 年, 总产为 54.78 万吨, 单产为 1.10 吨/公顷。但是到了昭和年代以后, 由于从中国东北进口便宜的大豆及 1939 年以主食优先的粮食管理农业生产统治下, 大豆种植面积明显减少。在战后由于封闭了中国大豆的进口途径, 一方面靠美国大豆进口来供应需求, 同时积极鼓励种植国产大豆的增产。为此终战时从 20 万公顷到昭和 29 年恢复到 43 万公顷, 但是 1955 年再次徘徊下降。1961 年由于农产品进口的自由化, 使大豆种植面积急剧减少。1970 年以后进行了水稻的生产调整大豆作为水田轮作体系, 促进大豆的生产。1973 年由于世界异常的气候, 农作物缺乏, 日本从美国进口受到了限制, 引起大豆价格暴涨。为此以生产性补助方法做为振兴大豆生产的对策起到功效, 以 1977 年的 7.9 万公顷为低点不断增加。但是由于小规模轮作田涝害低产加之与其它作物相

* 收稿日期: 2000-01-04

作者简介: 张秋英(1962-)女, 副研究员, 研究方向作物栽培与作物生理

比收入低,不能促进生产大豆的积极性,再次徘徊不前,1994 年达到历史最低的种植面积记录为 6.1 万公顷。近期随着水稻的生产面积的调整集团化的推进,促使大豆产地的形成,轮作大豆种植面积转为增加,到 1998 年恢复到 10.9 万公顷。由此近年的大豆生产很大程度上是受水稻的生产调整政策等外部因素影响。

1999 年 7 月 7 日成立的食物、农业、农村基本法(新农业基本法)将提高农产品的自给率提到重要的日程。被列为重要目录有麦类、大豆及饲料作物。当然水田也具有丰富的养分,同时日本的祖先长期积累丰富经验保持较高的地力。如此维持水田机能及使用先进的生产技术来稳定供给农产品,是赋予日本农业的责任。为此,建立新的高效益旱田复合体经营等土地利用体系,将迫在眉睫。

2 日本大豆育种研究

2.1 育种研究历史

2.1.1 品种的引种、比较阶段

日本从明治时代初开始品种的引种、品种的比较试验。秋田县自 1881 年开始品种的引入试作试验,作为国家的育种引种是 1893 年在农业试验场开始的。而在北海道是与设立北海道开拓使团的同时,于 1968 年开始正式育种试验。

2.1.2 品种的系选与杂交育种阶段

1910 年在陆羽农业试验分场进行分离法改良

品种,1911 年开始杂交育种,在此分场 1916 年分离出了“陆羽 8 号”(纯系分离),1922 年普及推广了“陆羽 27 号”(杂交育种)。还有在秋田县 1901 年由根田忠子进行白荚大豆与其姊妹株杂交重复系选,1906 年得到固定品系,取名为秋田,1916 年成为当地的奖励品种。

1919—1929 年的 10 年间,岩手县和埼玉县受农商务省的指定,进行系选及人工杂交育种试验,杂交育成了岩手 1 号、2 号;在埼玉县由纯系分离育成了白花琦 1 号。此期育成的品种都是有限型的,只是 1977 年才在东北农业试验场育成了第一个无限型品种 Dewamu Sume。

2.2 育种目标

初期的大豆人工杂交育种目标是抗大豆食心虫、无茸毛裸露的品种,而 1961 年伴随着大豆进口的自由化,将食用的高蛋白质为育种目标,1974 年以后的育种目标为:(1)耐冷稳定性;(2)大豆孢囊线虫的抗性;(3)机械化栽培的适应性;(4)高蛋白、优质,同时也考虑耐涝性强。目前全国共同的主要育种目标:(1)省力、增产(2)高品质及养分的多样化(3)抗多种病虫害的能力。而各地区的重点不同,如:北海道急需育成耐低温冷害兼备机械化适应性强的稳定性品种。九州地区由于重视大规模栽培,将抵抗斜纹夜蛾做为重点。此外,正在进行适于机械化栽培的难裂荚性的育种研究,将来的主要育种目标将以优质食用为目标(如表 1)。

表 1 日本大豆的主要育种目标

Table 1 Main targets of soybean breeding in Japan

主要目标 Main targets	具体目标 Targets description	预期效果 Predictive benefits
省工、增产 Labor saved and high yield potential	机械化适应性、增产性、对环境胁迫的耐性(耐冷性、耐涝性、晚播适应性等)、难裂荚性、抗倒伏性。	低成本、有利机械化栽培及稳定生产。
高品质、多样化 Good quality and versatility	豆腐用: 高蛋白、蛋白组成的改善 青豆用: 大粒性、粒色、吸水性、难裂荚性、食口性。 纳豆用: 小~极小粒、粒整齐、高糖质。 调味品用: 高糖含量、蒸煮大豆的软质均一性、色调、制品的呈味性。 新用途: 脂氧化酶缺乏、皂角苷含量的改善、11S 蛋白质的强化等	国产大豆的高附加值
病虫害的抗性 Resistance to diseases and pest	病虫害种类: 花叶病毒、矮化病、根腐病、孢囊线虫、斜纹夜蛾 目标: 高抗性、多抗性	环境保护型农业、节省材料

目前从事品种开发的国家研究机构有 3 个: 即处于温带的农业研究中心;寒温带的东北农业试验场;热带九州农业试验场,并且又指定了 3 个试验场所: 即寒温带的北海道东北部的道立十胜农业试验

场;寒温带的北海道中南部的道立中央农业试验场;温带的长野县中信农业试验场。全国共有这 6 个地方进行品种的开发。

1939 年~1999 年这 60 年里共育成 113 个品

种, 而近 11 年育成的品种达到 22 个, 其中具有适应机械化及豆腐加工特性的三个品种龙福、西娘、狩丰正在普及推广, 并已替换原有的品种。

3 栽培生理研究

3.1 传统种植期(1867~1945)

栽培技术改善的研究也是在明治后期开始的, 具体进行播种期, 种植密度的试验。大正末期, 在北海道提高了豆作率, 进行轮作试验, 得出豆科作物与禾本科作物及根菜类轮作对减少地力的下降, 维持土壤肥力是非常重要的观点。

在施肥方法上从很早就开始进行堆厩肥的肥效试验以及肥料和品种的关系等研究。初期肥料主要是草木灰、厩肥。1904 年开始施用过磷酸钙。

在栽培方式上, 由于种植在水田埂上, 植株稀少, 光照、通风条件均好, 病虫害较少, 籽粒产量和品质均佳。然而, 也有一些缺点, 如降低水稻产量, 杂草盛行, 需要额外的劳动力除草。此期大豆移栽广泛被应用, 这样可以提早 10 天播种, 苗龄 15—30 天用于移栽。移栽导致生长迟缓, 由此株高受到影响, 有所下降, 花期推迟。但可加快成熟, 分枝和花数增多, 落叶降低(落荚), 由此增加荚数。然而移栽时主根被切掉, 侧根占优势, 由此根系仅在相当浅的表层中形成。掐尖也被广泛应用, 它同样抑制生长。当掐尖在生育初期进行, 则可增加侧枝, 这样花数和荚数也明显增加, 而开花与成熟期稍有推迟。此种方式可获得深根体系。适合于掐尖的品种应该是多分枝的类型, 而且要比正常播期提前, 并且必须在肥沃土壤中应用。此期, 偶尔利用间作方式, 主要是大豆与禾谷类, 大麦(谷子)和棉花。

3.2 科学研究时期(1946~1977)

1960 年出版的日本最早的关于农学方面的专著 Seiryoki 把大豆分为两种类型: 夏季和秋季类型。在探讨大豆的栽培地域及种植时期的基本条件是生育天数的长短。在日本由福井、荒井(1951)根据开花的天数及结荚天数的长短进行品种的生态型分类, 被广泛地采用。

在栽培方式上, 提出早熟品种的播期为 5 月 10 日~20 日, 密度 $20 \text{ 万}/\text{hm}^2$, 产量可达 $3.0 \sim 3.5 \text{ 吨}/\text{hm}^2$, 发现, 原有的水田改为大田比旱田产量高。而且 50 年代, 在东北、关东、九州等地进行间作试验。

1960 年以后在深耕和施肥位置、土壤种类和养分吸收的关系等方面, 形成由施肥的改善而起到一

定的增产效果的观点。

关于进一步高产理论的研究, 又增加了作物学的研究, 在农业技术研究所的生理第二科展开了子实生产的生理、生态的研究。1960 年尽管大豆的种植停滞不前, 以上的研究由国家研究机构继续进行。例如: 水分的过分不足对养分的吸收及生育、产量有重要影响。在轮作田上灵活运用调整地下水位及避开过湿等栽培技术, 是高产的保障等(福井、重郎 1962)。

进一步研究在 1975 年前后, 由大久保、西入又将麦一大豆轮作体系做为重点研究, 由于晚播大豆个体的生物量降低而减产, 为此确保单位面积的生物量是很重要的, 提出了进行密植及选定生物量大的品种为对策。西入(1976)开展了东北大豆生产的机械化研究。

在生理学上, 由于大豆落花落荚的比例较高, 加藤(1964)从养分、水分竞争的角度研究开花至结荚期间的此问题。川岛等(1962)为确定营养生长与鼓粒期的平衡, 提出了粒—茎比的概念。此概念目前仍做为分析大豆生长和产量的生理生态指标而被广泛应用。小村(1969)研究了大豆光合、冠层结构与干物质生产。佐佐木(1971)进行嫁接法研究大豆品种的地下部生产力, 其结果认为品种间有很大差异。齐藤(1971)指出在混播密植条件下, 由于个体间竞争大, 所以在个体选拔上将成为问题。大岛(1972)发现品种间光合能力相差较大。纸谷(1979)利用收获指数做为形态指标的可能性, 结果生物量和子实重的广义遗传力是相同的。同时又对短日处理的大豆反应进行研究。

3.3 近期发展状况(1978~现在)

在种植方式上水旱轮作可以提高大豆的产量。1978 年以后, 由水田改为的豆田与旱田大豆的比例为 51% 和 49%, 尽管北海道, 1978 年水田改豆田的比例只有 24%, 但 1981 年增至 41%。由此, 大豆产量逐渐增加。1978 年, 即使气候条件并不适宜大豆的生长, 在北海道、十胜地区大豆仍取得每公顷 2.77 吨和 3.05 吨的产量。

最近, 鸟越等(1982)报导了黑脐大粒大豆的栽培, 此种方式是将移栽与掐尖结合起来。品种是 6 月 17 日~27 日移栽($2 \sim 3 \text{ 株}/\text{m}^2$), 根据环境条件可在第一片复叶期或第 7—8 片复叶期掐尖, 11 月 18 日~20 日收获。

培土也是一种栽培方式, 一定程度上控制倒伏。福井等(1978)认为播种后 20、25、35、50 天进行三次

5cm 的培土,可以有效地促进根系的发育,有利于水分和养分吸收,降低花荚脱落,提高产量。

大久保等(1978)测定了在关东旱田冬小麦收割后种植晚播大豆的可能性,发现在6月中旬播种,并大量施用磷酸盐和有机肥情况下,可收产量3.7吨,并提出在关键期灌溉,是提高产量的有效方法。

纸谷元一(1980)研究了在密植及高肥条件下大豆的节间长短的变化,得出在开花期同一品种的不同处理主茎节数差异很小,节的分化、伸长在同时期进行,在成熟期发现密植的主茎变长,主茎节数变少,而高肥的随着主茎的加长,主茎节数也增多。1983年他又研究了短日处理对大豆生育初期的反应,认为不同品种差异很大,但不管任何品种从大豆生育的最初阶段就开始短日反应,随着短日处理时间加长主茎长、主茎节数、生物量变少。

关于大豆的品质上,砂田(1982)由于在低温冷害年经常看到种脐的着色,提出了关于低温处理的报告。种皮色及脐色为黄色或黄白色即所谓的白色大豆,粒的大小由中到大粒方向发展。此试验结果在育种上也被反馈,在国内的育种也开始白色大豆品种的育成。如今已迎来白色大豆全面盛行期。

在生理学研究上,近年来日本大豆科学家,在注重高产生理的同时,已把进行人为调节的生理机制和C/N互作及其模型等做为研究的重点课题,并着重研究了大豆超高产的关键指标,提出根系每天每克干物质中所含的氮的毫克数(称之为根系比氮率SARN)是根活性高低及大豆超高产的关键生理指标的创新观点,并利用¹⁴C示踪的方法对欧美国家生理学者所提出的作物生长、维持呼吸的观点提出了挑战(大崎.满等1996)。此外,在大豆耐铝,耐盐机制上的工作也相当活跃(Kataoka等1997)。

综上所述,大豆的栽培环境因地域而不同,在了解不同地域栽培品种的生理特性的基础上有必要对栽培技术下工夫。1999年已将新建立了稻、麦、大豆等作物必要的栽培技术措施,灵活运用在山地栽培及土壤改良、中耕培土、土壤诊断上,在此基础上进行施肥设计。在充分利用水田的合理轮作体系为目标的研究上,将进行土地的持续利用和品质的稳定性及节省成本做为重点是最重要的。为此,从今年开始的研究计划为:(1)做为提高生产力为目的的研究,将开发为了改善不耕起垄栽培管理技术的其他技术和稳定持续高产的种植体系及明确大量着

生根瘤系统的产量构成因素等;(2)保护环境为重点的研究,将从播种到收获整个作物生长过程,大幅度减少农药的使用量做为目标。

同时为了生产高产优质大豆,有必要从农业生产整体来建立稳定高产经营体系。为此,一方面要确立高附加值农产品的生产技术及投资少低成本、环境污染少的栽培技术,以达到稳产高产。另一方面从一次性销售为主的生产、流通体制摆脱出来,根据实际需要者的要求计划生产农产品,同时建立从加工到商品化一条龙的生产体系。

大豆做为日本传统的饮食文化是不可缺少的食品原料。目前以新的农业基本法为契机,继承先人留下的智慧,愿日本的大豆真正占有一席之地。

参 考 文 献

- 1 杉原夫,北海道農業への期待[J].北農第62巻第3号,1995;208-209.
- 2 酒井真次,わが国における大豆研究と生産の現状と今後の課題[J].農業技術,1999;54(9):404-408.
- 3 大崎.満ほか,植物の根に関する諸問題[J].農業および園芸第71巻第6号,1996;85-90.
- 4 纸谷元一ほか,日本育種学会[P].日本作物学会北海道談話会会報,1980(6):20.
- 5 纸谷元一ほか,日本育種学会[P].日本作物学会北海道談話会会報,1983(9):23.
- 6 砂田ほか,日本育種学会[P].日本作物学会北海道談話会会報,1982(34):22.
- 7 王龙昌,日本旱地农业研究与开发[J].干旱地区农业研究,1996(14):122-127.
- 8 佐佐木 東一,畑作物作農業の生産戦略と課題—新規作物の導入視点を踏まえて—[J].北農第61巻第4号1994(10):2125.
- 9 齋藤 正隆 いま畑作について考えること[J].北農第60巻第1号1993.1:4-5.
- 10 福井.重郎,大豆研究室長福井.重郎—その業績と回顧[P].1988,1.1-40.
- 11 齋藤 正隆,第1編大豆栽培の歴史と技術の変遷[M].1980,15-33.
- 12 大久保.日本土壤肥料科学雑誌[J].1978,第49巻第4号,12-15.
- 13 砂田.日本作物学会北海道談話会会報[P].1982(6):25.
- 14 Kataoka, T., Likura, H., Nakanishi, T. M., Aluminum distribution and viability of plant root and cultured cells[J]. Soil Science and Plant Nutrition, 1997, 43: 1003—1008.
- 15 Osaki, M., Shirano, T., Matsumoto, M., et al., A root—shoot interaction hypothesis for high productivity of field crops[J]. Soil Science and Plant Nutrition, 1997, 43: 1079—1084.