

作物轮作技术与理论

[日]大久保隆弘著

巴恒修 张清沔译

农业出版社

作物轮作技术与理论

〔日〕大久保隆弘 著

巴恒修 张清沔 译

大久保隆弘（おおくぼたかひろ）著

作物轮作技术论

农山渔村文化协会出版，1977年第二次发行

作物轮作技术与理论

〔日〕大久保隆弘 著

巴恒修 张清河 译

农业出版社出版（北京朝内大街130号）

新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787×1092毫米 32开本 8.75印张 195千字

1982年1月第1版 1982年1月北京第1次印刷

印数1—5,400册

统一书号 16144·2397 定价 0.91元

内 容 提 要

本书是论述作物轮作的专门著作。除简要叙述日本及其它一些国家的轮作发展史与现状外,详细阐述了作物轮作在现代农业中的地位 and 作用,以及各类作物的轮作特性、不同轮作体系与连作对农作物的生长发育、产量、土壤的理化性质、养分收支、土壤微生物的变化、病虫害的消长等影响和效果反应。

作者综合了日本和别国有关轮作,包括以旱田为主的水旱轮作、蔬菜轮作方面的大量资料,结合现代农业生产中出现的高肥、连作、多农药、产量不稳、品质下降、病虫害为害等不良趋势与后果,对轮作的重要意义与技术等问题,做了全面论述。

本书可供从事农学、园艺、生物、植保、土肥专业研究与生产人员以及农业院校师生参考。

译 者 的 话

当前论述作物轮作的专著尚未多见，而轮作勿论过去、现在与将来，在合理利用土地，种地与培养地力相结合，调节、保持与均衡土壤养分，实行病虫害的生态防治，提高并稳定作物产量等各方面，都具有十分重要的作用。轮作也是栽培技术科学化的一个组成部分。为引起对轮作的重视，提供这方面的参考资料，特将本书译成中文。

本书作者大久保隆弘的著作《关于轮作栽培学的意义研究》，由日本京都大学授与农学博士学位，是日本研究轮作学的权威。到本书出版前即1972年在日本国农林省农事试验场、日本千叶大学园艺学部，从事轮作研究与教学工作。

本书个别章节、段落或图表，或因重复，或因感到参考价值不大，在无损于原文的原则下，做了部分删节。

1980年5月

目 录

第一章 农业与轮作	1
1. 轮作问题的现实意义	1
2. 轮作的定义	3
3. 农业的合理经营与轮作	6
第二章 外国的轮作历史及其类型	11
第一节 轮作的类型	11
1. 代田法	11
2. 三圃式（主谷式）	13
3. 改良三圃式	15
4. 诺尔弗克式	16
5. 自由式	16
6. 水旱轮作	17
第二节 欧洲轮作方式的变迁	17
1. 轮作方式的变迁	18
2. 轮作方式变革的经营背景	22
第三节 热带的轮作	23
1. 无灌溉农法的轮作	23
2. 灌溉农法的轮作	27
第三章 日本旱作和轮作的历史	29
第一节 旱作的历史	29
1. 旱作的发展过程	29
2. 地力维持的变迁	33
第二节 日本轮作的历史	35

1. 烧荒垦田农法的轮作	35
2. 放牧旱田轮作	38
3. 江户时代的轮作	40
4. 明治朝代以后的轮作	42
第三节 现代的轮作	50
1. 轮作的类型	50
2. 轮作和气象条件	51
3. 寒地的轮作	52
4. 寒冷地区的轮作	54
5. 温暖地区的轮作	57
6. 暖地的轮作	59
第四章 现代农业和轮作的意义	64
第一节 有机物生产和地力保持	64
1. 自养型地力保持	65
2. 禾本科作物和豆科作物的作用	66
第二节 土壤更新	70
1. 农田生产力的演变	70
2. 根菜类和土壤更新	71
3. 牧草和土壤更新	72
第三节 土壤养分动态和轮作	74
1. 潜在养分的有效化	74
2. 土壤养分调节和轮作	79
第四节 控制土壤病虫害的发生	81
1. 土壤病虫害防治和轮作	81
2. 禾本科作物和土壤病害的调节	84
3. 利用作物组合防治土壤线虫病	86
第五节 轮作与作物的健全生育	87
1. 增强抗御低温冷害的能力	88
2. 提高限界产量	88

第六节 轮作与杂草防除	90
第七节 农业经营与轮作	91
1. 提高土地利用效率	91
2. 农业经营的稳定化	92
第五章 作物的轮作特性	96
第一节 禾本科作物	96
1. 干物质的生产特性	96
2. 根系分布的特性	98
3. 养分吸收的特性	99
4. 自生的氮素固定	103
5. 土壤病虫害的特性	106
第二节 豆科作物	109
1. 干物质生产的特性	109
2. 根系分布的特性	110
3. 养分吸收的特性	111
4. 根瘤菌的固氮作用	113
5. 土壤病虫害的特性	115
第三节 薯类和根菜类	117
1. 干物质生产的特性	117
2. 根系分布的特性	118
3. 养分吸收的特性	119
4. 土壤病虫害的特性	120
第四节 叶菜和果菜类	122
1. 干物质生产的特性	122
2. 养分吸收的特性	123
3. 土壤病虫害的特性	125
第五节 作物之间轮作特性的比较	126
1. 抑制杂草的特性	126
2. 防止土壤冲刷的特性	127

3. 劳动季节分布的特性	128
第六章 轮作的作用与效果	129
第一节 轮作与作物的生育和产量	129
1. 前后作与作物的产量	129
2. 栽培前历与后茬作物的产量	134
3. 轮作年限与产量	138
第二节 从耕地生态系统看轮作的作用	141
1. 连作、轮作与旱田作物的生育特性	141
2. 牧草轮作与旱田作物的生育条件	144
3. 作物生产力的演变及土壤更新	147
第三节 轮作与土壤物理化学性质的变化	151
1. 土壤物理性的变化	151
2. 土壤化学性的变化	154
3. 茬地土壤的残茬有机物的分解与氮素的消长	158
第四节 轮作与养分收支	164
1. 不同栽培体系与茬地土壤的养分收支	165
2. 作物栽培茬地的养分收支与土壤化学性质	170
3. 栽培茬地的养分收支与后作物的生育和产量	171
4. 各种轮作与养分收支	176
5. 轮作与土壤养分的有效化	180
第五节 轮作与土壤微生物、土壤病虫害的消长	183
1. 栽培体系与微生物群落	183
2. 连、轮作与土壤病害的发生	185
3. 连、轮作与土壤虫害的发生	190
第六节 轮作与杂草的发生	199
1. 轮作对杂草抑制能力与作物间差异	199
2. 轮作与杂草的消长	204
第七节 轮作与土壤侵蚀	210
1. 作物种类与土壤侵蚀	210

2. 作物组合与土壤侵蚀	212
第八节 产量水平的阶段性与轮作机能	214
1. 施用堆肥、磷酸与产量限界	214
2. 提高产量水平与轮作	220
第九节 轮作与农业劳动的季节分布	223
1. 农业劳动季节分布的特性	223
2. 利用轮作均衡劳动	224
第七章 水旱轮作	226
第一节 水旱轮作的历史及其意义	226
第二节 水旱轮作与作物的生育和产量	229
1. 冲积土水田的轮换旱田的旱作产量	229
2. 火山灰土壤水田的轮换旱田的旱作产量	233
3. 轮换水田的水稻产量历年变化	234
第三节 水旱轮作土壤理化性质的变化	236
1. 水田化和旱田化	236
2. 轮换旱田土壤的物理性变化	237
3. 轮换旱田土壤的化学性变化	240
4. 轮换水田的土壤变化	242
5. 水旱轮作土壤变化的循环过程	243
第四节 水旱轮作对杂草和病虫害的发生消长	247
1. 水旱轮作对杂草的发生与消长	247
2. 水旱轮作对病虫害的发生与消长	252
第八章 轮作的技术	258
1. 旱田轮作技术	258
2. 水旱轮作技术	260
引用文献	266

第一章 农业与轮作

1. 轮作问题的现实意义

轮作的机能，一言以蔽之，就是“轮作是旱田之水”。它的作用可以和水田之水相比喻。作物通过轮作而得到养分，通过轮作以调节和抑制土壤中病虫害，从而达到作物高产稳产的目的。

轮作是个老问题，也是个新问题。在不施肥的农业时代，利用种植豆科作物的固氮作用，以维持地力；利用禾本科作物或牧草留下的残茬，增加地力基础的土壤有机物质。自从化肥工业的发展，氮肥产量的增加，而且可以廉价购买以来，豆科作物在农业上的固氮作用相对下降，这是因为用施肥的办法，可以代替了固氮的作用。然而，就世界来看，氮素肥料的生产，并不能完全满足所有耕地的需要，不仅东南亚和非洲等地如此，世界其他各地也莫不如此。

氮素化肥就全世界的用量来看，虽然是庞大的（1973 年约 3,650 万公吨）¹⁾，但通过生物固氮，供给土壤的氮素，据推算可达世界需要量的 5 倍，其中主要是 *Rhizobium* 菌所形成的豆科根瘤，除此以外，象水稻、甘蔗、陆稻、黍以及许多禾本科牧草等豆科以外的作物，这些作物根系的表面生存的非共生细菌（non-symbiotic bacteria）和其他土壤细菌、蓝藻类，还有除少数尚未查明的非豆科植物的根部所形成的根瘤，对固氮也有很大的作用和贡献。

若实行作物连作，就会促进土壤病虫害的发生，使作物产量显著降低，而且有的年份产量也不稳定。相反，如实行轮作，土壤病虫害的发生即可受到抑制。但是，由于农药的发达，通过土壤消毒可以防治土壤病虫害，使连作虽成为可能，却使一部分轮作体系遭到破坏。

城市近郊农业，特别是蔬菜栽培，通过施肥办法能够调节作物生育，而不考虑前茬与后作的茬口关系，所以，认为实行“自由耕种”是可能的。这种想法不仅在一部分研究人员之间存在，而且一些农民也是这样做的。然而，近年来因蔬菜产区遭受连作为害，不得不被迫迁移的事实，证明单纯以施肥技术进行“自由耕种”是不可能的。

由于化肥工业和农药生产的发展，造成对轮作的忽视，更加助长了轮作体系的破坏，其结果使土壤有机质含量下降，地力减退，作物产量低而不稳。即，通过多肥、大量农药的施用，对于调节和控制作物生育和产量来说，自然也有一个限度，这种限度不仅农民早已察觉，研究人员也已体察到了。因此，重新估价轮作的作用，端正对轮作的认识，这就产生了探讨轮作固有的基本原理的必要。

重新认识轮作的机能，并不意味重复旧有的轮作，而是探讨和认识轮作在现代农业中的地位，用新的观点来肯定轮作。当然，这里比喻的“轮作是旱田之水”这种轮作的机能，仍然是有效的。

另外，作物栽培技术，应当同时满足作物对两方面的要求，一个是要为作物创造良好适宜的生活条件；另一个是要控制每种作物的生育。后者当然是指各种作物的栽培措施，如作物品种、播种期、施肥方法和播种密度等；前者是指改善气候、土壤等的自然条件。自古以来就认识到轮作对于改善

土壤环境是有效的，通过轮作可以改善土壤的物理性和化学性，恢复和维持地力，稳定作物的生育和产量。当今，由于化肥生产的增加，土壤改良材料（如土壤改良剂）的开发和利用以及农药的进展和施用等原因，忽视了轮作对维持和增进地力的作用。但是，轮作对于发掘潜在地力和调节土壤微生物的机能，即使运用现代科学也是不能代替的。轮作仍然是为作物创造适宜生活环境的主要措施之一。对于地力容易减退的旱田来说，运用几种作物组成合理的轮作体系进行栽培，以维持地力尤为重要。轮作是旱作技术的基础。

2. 轮作的定义

农业的本质，是永续地利用土地，进行作物生产²⁾。永续性农业的根本是增进和维持地力。地力减退的两个原因：一是随着收获物从田间搬运出去而夺取了土壤养分；二是因雨水等的侵蚀淋溶而使地力下降。增进地力的根本途径是增加腐殖质和改良土壤。

就是说农业是通过作物栽培在空间和时间上永续的利用土地而进行作物生产。时间上利用耕地并与地力相关联的问题是作物种植顺序（方式）。在作物顺序上每年都在同一块农田上栽培同一种作物的方式称为连作，与此相反，以不同种类的作物按一定顺序循环栽培的方式，称为广义的轮作。在空间上的土地利用是指田间作物布局而言。但是，如欲保持永续性的农业生产就必须实行轮作，制定能提高地力的合理的种植方式。本来轮作就是为了防止由于耕作使地力减退而产生的。被称为农业鼻祖的 Thaer A.D. (1752—1858 年) 特别提倡轮作，避免谷类作物连作，并指出在豆科作物茬口上种植麦类的意义。

若据上述各点，考虑轮作定义时，即：“轮作是以维持地力为目的，把不同种类的作物，按一定顺序，周而复始进行循环栽培的种植体系 (cropping system)”。就广义解释来说，包括休闲地在内的三圃式和烧荒垦田农法等也应当属于轮作范畴之内。还有，若从时间上缩短，就成为间、套作体系；再缩短就为混作，所以间作、套种、混作也可以认为是轮作的变型。

表 1 连作和轮作的模式

	第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	第 5 年	第 6 年	
空间上 ↑ ↓	大 豆	大 豆	大 豆	大 豆	大 豆	大 豆	连作 轮作
	马铃薯	马铃薯	马铃薯	马铃薯	马铃薯	马铃薯	
	大 豆	马铃薯	玉 米	大 豆	马铃薯	玉 米	
	时间上 →						

轮作的实例如下：

① 荞麦—稗—芋头—小豆—山林（休闲）……烧荒垦田。

② 大麦—三叶草—小麦—休闲

③ 甜菜—玉米—大豆—马铃薯

轮作的种类有一年一熟制，二年三熟制和一年二熟等的多熟制。欧洲干燥地带或北海道等寒地，一般为一年一熟，如马铃薯—大豆—玉米—甜菜，马铃薯—大豆—玉米等四年四熟，或者三年三熟而组成的轮作。

在日本，气温、降雨量优越的温暖地带，常年可以栽培作物，所以实行一年二熟或二年三熟制。例如，甘薯—麦类—陆稻—麦类—花生，稗—麦类—大豆等轮作方式。在这种一

年多熟形式中的麦类栽培，能否算作实行了轮作呢？有人认为宁可把它解释为连作；同样，象甘薯—麦类—甘薯—麦类—甘薯这种形式也认为是甘薯连作形式或者认为是与麦类的短期轮作。这些解释是否妥当，还是个疑问。在热带的灌溉农业中，不少是一年三熟制，在三个栽培季节里有的进行连作，有的则进行轮作。这样看来，上述的麦类或甘薯作为一年二熟里的一年轮作是妥当的。又如稗—麦类—大豆的二年三熟制也可以称为二年轮作。但是，要充分考虑到一年一熟制的轮作它与一年二熟或二年三熟制的轮作在土壤病虫害发生情况等方面是不同的。

轮作是将不同的生理、生态特性的作物进行轮栽，通过土壤微生物的作用以积累氮素，又以其生产的秸秆类还田，来防止土壤有机物的消耗，使有利于地力维持。因此，我们对地力的概念必须有明确的认识。

所谓地力，就是：“地力是与土壤的物理性、化学性、生物特性以及气象条件有关的，而作物要与这些特性相适应，并与气象条件相互关联，从而为取得生产物质的目的而利用土壤提供的能力”。

$$\text{地力} = f(P, C, B) \cdot (C_1) \cdot (C_2)$$

P : 土壤的物理性

C : 土壤的化学性

B : 土壤的生物特性

C_1 : 气象条件

C_2 : 作物

当然，地力是多种因素的综合，其概念因时代不同而变化。迄今，在土壤科学研究人员中还没有统一的见解，所以，本书只好遵从上述定义。从作物生育来理解地力，既有潜在

的一面，又有发掘地力的一面，即或有潜在的地力，但由于其他生产障碍的原因，有时也不能发挥潜力。轮作在提高潜在地力的同时，又与发掘地力相关联。

据泽村氏研究旱田地力维持方式有以下四个阶段³⁾：

- 1) 依靠自然的地力维持；
- 2) 旱田单独的地力维持；
- 3) 从经营内部的其他地块补充有机物质；
- 4) 依靠化肥补充营养要素。

这些地力维持方式，对于现代农业来说很少是单独进行的。这四个阶段与农业的发展阶段是相适应的。在烧荒垦田时代，地力维持是最粗放的土地利用阶段，属于 1)；包括休闲在内的短期轮作则属于 1) 和 2) 的复合阶段；把休闲排除在外的轮作则属于 2) 或 3) 的阶段；发展到施肥农业时代则可以说是属于 3) 和 4) 的复合阶段。现代农业则是 2)、3)、4)，复合化了的地力维持的阶段。但日本由于片面地依赖于 4) 的阶段，因而不断地产生弊害。

3. 农业的合理经营和轮作

农业开始于适应当地风土气候的谷类生产。谷类是主食，是人类生存不可缺少的资料。而且适应风土的谷类作物，生育稳定，也是当地居民适宜的食物。以谷类生产为中心逐渐发展起来的农业生产，这就是农业原来的面貌。实行轮作就是在永续利用土地，以谷类作物为主体，而进行稳定的作物生产的一项基本技术措施。

自从耕地被固定下来之后，地力维持才被重视起来。欧洲在强调三圃式→改良三圃式的时代，从土壤养分收支来看，减少的土壤氮素，是通过休闲或者种植豆科作物（三叶草）

来补充的。以后到了人口增加，粮食需要量增多的时代，即所谓诺尔弗克式（Norfolk）时代，耕地便不允许休闲，而把与畜牧相结合的多汁饲料作物（甜菜、萝卜）纳入轮作体系中去，再以厩肥形式还原给土壤，以增强地力，提高生产。提高土壤生产力已成为时代的要求。

诺尔弗克式时代以来，由于化肥工业急剧的发展，化肥生产量大幅度增加，所以土壤养分的收支情况，则以化肥的施用来控制土壤养分的平衡。因而部分农田便实行“自由耕种”。另一方面，又注意到因连作而使产量下降的趋势，所以也出现了采取轮作对策以减轻因连作为害的动向，同时还重视了轮作对劳动力

平衡分配的作用。象现在这样多肥农业时代，对肥力下降，土壤老化的土壤，实行轮作则可

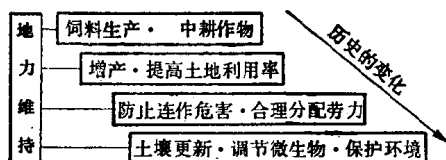


图1 轮作目的的时代性（模式图）

以维持地力，并能使土壤更新，或者能促进土壤潜力的有效化。轮作还有抑制土壤病虫害和环境保护的意义。

Lorentz⁴⁾ (1967)认为以几种作物组成的轮作比单一作物的有利性列举以下几点：

- ①为家畜提供均衡的饲料供应；
- ②有利于维持地力；
- ③减轻灾年的危害；
- ④抑制和调节杂草的发生；
- ⑤抑制病虫害的发生；
- ⑥防止土壤侵蚀；
- ⑦增加产量；