

## File No. 42

## 日本的氮肥产业历史（战后编）

在第 2 次世界大战中，日本全国的原材料，资金，劳动力等所有资源都优先分配到军需产业，民用产业只能被迫接受损失，使得设备能力和生产量大幅度下降。化肥产业也不例外，多数工厂被转用于生产军需用品，在美军轰炸中大部分设备被炸毁，肥料生产能力和实际生产量急速下降。表 1 是日本的化肥产业受战争影响导致生产能力和生产量下降的一些数据。

表 1. 1945 年第 2 次世界大战结束时日本化肥产业的生产能力下降情况

	硫酸铵	石灰氮	过磷酸钙
战前生产能力（吨）	1,887,000	310,000	2,117,000
1945 年生产能力（吨）	180,000	220,000	559,000
相对于战前的比例（%）	9.5	71.0	26.4
战前最高生产量（吨） （最高年份）	1,240,000 (1941 年)	324,000 (1937 年)	1,639,000 (1941 年)
1945 年生产量（吨）	243,000	78,000	13,000
相对于战前的比例（%）	19.6	24.1	0.8

数据来源：日本农林水产省「肥料要覧 1961 年」，日本硫酸工业协会「日本硫酸工业史」

战争结束后，大量的复员军人和居留外国的日本人回归祖国等引起国内出现严重的粮食不足。为了增产粮食，急需迅速恢复化肥，特别是氮肥的供应。日本农林水产省在 1945 年 9 月向当时的占领军 GHQ 的天然资源局提出了「保证国内化肥工厂正常运转」的建议，其内容是为了保证粮食增产，需要具有年产氮肥 200 万吨（硫酸铵 168 万吨，石灰氮 38 万吨），过磷酸钙 150 万吨的生产设备，因此必须优先恢复现存的化肥工厂，将乙醇工厂及人造石油工厂，陆海军燃料工厂等转换成硫酸铵工厂，确保原材料和设备修复用材料零部件，进口磷矿石等。1946 年 10 月日本内阁通过了「确保粮食增产的紧急措施」，化肥工厂的修复和转换所需的原材料以及资金得到了优先保证。

因为政府的努力，在战后复兴时期里，化肥生产能力最早得到恢复，为农业生产提供了充足的肥料，在解决粮食问题上起了重要的作用。但是，高度成长期以后，日本大步迈向城市化，农户数量和耕地面积不断减少，肥料需要量也大幅度下降。特别是日本缺乏自然资源，化肥原料基本上全部依靠进口，在国际竞争上原本就处于劣势，加上劳动力费用的上升和环境管制的强化，日元汇率升高等不利因素，化肥产业逐渐衰退下去。本编简单地介绍日本氮肥产业在第 2 次世界大战后所走过的由盛而衰的路程，让读者有所体会。

### 1. 石灰氮

1946 年，占领军 GHQ 决定将石灰氮工厂从战前的 9 间扩大到 15 间，作为供应电石原料的厂家一时增加到 50 家，1949 年石灰氮生产量达到 33.9 万吨，超过了战前最高水准。但是，

生产石灰氮需要消耗大量的电力，生产成本低，产品含氮量只有 20~21%，加上施用上有一定的限制，逐渐被廉价的硫酸铵和尿素所取代。1955 年石灰氮生产量达到 51 万吨，是战后生产量最高的年份。其后生产量逐年下降，设备不断被废弃，工厂也转换生产其他化学产品。2018 年底末，日本只剩下电气化学工业的青海工厂仍继续生产石灰氮，每年生产量也仅有 3 万吨。图 1 是 1950 年代电气化学工业宣传石灰氮产品的广告牌，图 2 是 1950 年代昭和电工生产石灰氮的鹿濑工厂全景。



图 1. 电气化学工业 1950 年代的石灰氮宣传牌 图 2. 昭和电工的鹿濑工厂（摄于 1950 年代）

现在，国产石灰氮主要是宣传石灰氮的农药效果，将其作为具有农药效果的氮肥来进行销售使用。另外，每年还从德国和中国进口 1.3~1.4 万吨石灰氮供国内使用。

## 2. 硫酸铵

战后，占领军决定恢复 15 间使用氨和硫酸来生产硫酸铵的合成硫酸铵工厂和将 3 间军需化学工厂转换成硫酸铵工厂，使得硫酸铵生产很快就得到了恢复。1950 年硫酸铵产量达到 150 万吨，超过了战前的最高水准。以后合成硫酸铵产量继续增加，1959 年共有 21 间工厂，生产量达到 261.4 万吨。但是，在高度成长期，钢铁产业和化学产业产出的称为副产硫酸铵的数量日益增多，1950 年只有 4.8 万吨的副产硫酸铵到 1959 年增加到 12.2 万吨，1970 年更达到 48.5 万吨。受副产硫酸铵的影响，以合成氨为原料的合成硫酸铵产量急速减少，在 1970 年代后期完全消失，日本的硫酸铵成了钢铁产业和化学产业的副产硫酸铵的天下。

副产硫酸铵主要是炼焦炉发生的炼焦气体中的氨气用硫酸吸收后生成的副生硫酸铵和化纤产业的己内酰胺和塑料产业的甲基丙烯酸甲酯合成时生成的回收硫酸铵 2 种。从品质来说，合成硫酸铵为最好，其次是回收硫酸铵，最后是副生硫酸铵。图 3 是日本制铁公司的炼焦气体的脱硫和硫酸铵生成装置的相片，图 4 是宇部兴产公司的己内酰胺合成装置的相片。

现在，日本生产的硫酸铵大部分是日本制铁公司和 JFE 等钢铁公司产出的副生硫酸铵，剩下的是宇部兴产公司的己内酰胺回收硫酸铵和东丽等树脂厂家合成甲基丙烯酸甲酯时的回收硫酸铵。从 1975 年起，日本每年约产出 150~190 万吨硫酸铵，2010 年的硫酸铵产量是 134.6 万吨。日本国内硫酸铵消费量大概是每年 70~100 万吨，剩余的硫酸铵全部出口。主要出口

到东南亚的越南，马来西亚，菲律宾等国，是日本唯一大量出口的化肥品种。



图 3. 日本制铁的炼焦气体的硫酸铵生成装置



图 4. 宇部兴产的己内酰胺生产装置

### 3. 合成氨

战后，得到占领军的许可，日本很快就重新开启了合成氨工厂和在硫酸铵工厂内增设了合成氨设备，积极地导入最新的合成氨技术。在 1950 年代，日产化学的富山工厂等 5 间工厂采用改良 Fauser 技术，日本煤气的新泻工厂和旭玻璃的千叶工厂采用 CCC 技术，东洋煤气的新泻工厂和东洋高压的千叶工厂则采用了由 Claude 技术发展出的 Grand Parois 技术。这些合成氨技术都适合大规模生产，随着催化剂的改良和精制技术的进步，合成塔压力提高到 300 大气压，催化剂寿命超过 1 年，每条合成氨生产线的生产能力超出了 100 吨/日。日本还开发了回收反应热产生蒸汽的技术，使得合成氨的设备价格和生产成本显著降低。另外，东京工业试验所开发的催化剂非常优秀，各家合成氨工厂基本上都是使用国产催化剂，进一步降低了生产成本。

合成氨的生产成本大部分是原料气，特别是氢气的生产成本。战后恢复了合成氨的生产能力后，日本为了增强竞争力，十分注重削减生产成本。1950 年中期以后，以廉价的石油和天然气作为制氢原料的技术得到快速发展。1955 年的合成氨所用的氢气来源是电解水制氢 24.8%，煤炭制氢 70%，焦炭制氢 5.0%，完全没有使用石油和天然气。8 年后的 1964 年合成氨原料氢气的来源变成了石油和天然气制氢 94.8%，电解水制氢和煤炭制氢降到了 2.7% 和 2.5%。1965 年以后所有的合成氨工厂全都使用石油（主要是石脑油）和天然气制氢。

1961 年日本的合成氨产业共有 19 家公司 25 间工厂，生产能力达到 157 万吨，1969 年更增加到 24 家公司 31 间工厂。战后新加入合成氨产业的就有 14 家公司 17 间工厂。这些新工场在设计阶段全都决定使用石油或天然气为原料。但是，1974 年第 4 次中东战争后，原油和天然气的价格大幅度上涨，完全依赖进口原料的合成氨产业难以负担高涨的原料费用，只能采用关闭老朽设备和工厂转型等方法来促进产业合理化。1982 年尚留下 14 家公司 17 间工厂，到了 1991 年减少到 9 家公司 9 间工厂，2010 年更是只剩下 6 家公司 6 间工厂，生产能力降到 171 万吨/年。在这 6 间工厂中，只有 2 间工厂的合成氨是供应生产尿素的，其他的 4 间工厂的合成氨则是供应工业用途，与化肥产业没有关联。图 5 是现在仍在进行尿素生产的三井

化学公司大阪工厂的合成氨装置。



图 5. 三井化学大阪工厂的合成氨装置



图 6. 东洋高压大牟田工厂的尿素生产装置  
(摄于 1950 年代)

#### 4. 尿素

1922 年德国的 I.G 公司最早实现了合成氨和二氧化碳为原料的尿素工业化生产。日本是在 1937 年东洋高压公司彦岛工业所和住友化学新居滨制造所开始了尿素的合成实验, 1941 年在东洋高压大牟田工厂建成了尿素的小型生产装置。但是这些实验规模不大, 加上受到第 2 次世界大战爆发的影响, 没能得到发展。

战前, 日本化肥产业就认为尿素在化学上和生理上都属于中性肥料, 含氮量高, 肥效上有一定的特征, 是最有前途的氮肥。东洋高压公司在战前就成功地开发出了高压合成法。战后的 1948 年, 东洋高压公司在北海道建设了尿素合成装置, 开始了尿素生产, 当年的尿素生产量为 460 吨。在 12 年后的 1960 年, 日本已经有 11 家公司 13 间工厂生产尿素, 生产能力达到 91 万吨, 实际生产量 60.6 万吨。1974 年是日本尿素的最盛时代, 共有 16 家公司 21 间工厂生产尿素, 生产能力为 360 万吨, 实际生产量 323 万吨。1960 年代后期到 1970 年代中期生产的尿素约有一半供应出口, 是世界最大的尿素出口国。但是, 因为 1974 年第 4 次中东战争后原油和天然气的价格暴涨, 导致合成氨的原料成本增高, 国产尿素很快就失去了国际竞争力, 与合成氨产业一样不断地衰退下去。1982 年尚留下 8 家公司 9 间工厂, 1992 年就减少到 5 家公司 5 间工厂, 2010 年更是只剩下 2 家公司 2 间工厂生产尿素, 生产量只有 41.3 万吨。值得注意的是, 日本国内生产的尿素 90% 以上是用于工业的。2010 年的数据表明, 国内生产的尿素中作为肥料使用的只有 3.3 万吨。图 6 是 1950 年代摄影的东洋高压公司的大牟田工厂的尿素生产装置。

#### 5. 其他

氮肥除了硫酸铵, 石灰氮和尿素之外, 日本还生产少量的氯化铵和硝酸铵。但是, 国产氯化铵和硝酸铵作为肥料使用的数量不大, 仅作简单的介绍。

氯化铵是纯碱(碳酸钠)的副产品。昭和初期, 日本氮肥公司的创始人野口遵在电解食盐

生产纯碱时，提出了采用氨来吸收氯气生产氯化铵的氯化铵-纯碱并产法，并由油田秀男和广桥亮研究成功，于 1937 年在北朝鲜的兴南工业园内建设纯碱工厂，1938 年开始了试验性生产。这是世界上最早实现了纯碱副产氯化铵的事例。战后，为了增产肥料，1949 年日本的纯碱厂家 4 家分别开展了氯化铵-纯碱并产法的开发和改良，1950 年旭玻璃公司开始了氯化铵-纯碱并产法的生产，当年产出了 831 吨氯化铵。1950 年代后期国内纯碱厂家纷纷改用氯化铵-纯碱并产法，1960 年氯化铵产量突破了 23 万吨，1968 年达到 81.6 万吨，创下了日本氯化铵产量的记录。因为副产出大量的氯化铵，不仅为战后粮食的增产做出了贡献，剩余的氯化铵还大量地出口到中国。

但是，1990 年以后，随着日本农业规模的缩小和复合肥的普及，日本国内氯化铵的需求大幅度减少，加上主要出口国的中国国内也大批建成了氯化铵-纯碱并产装置，日本的氯化铵失去了出口市场。纯碱厂家又改回了低成本的氯化钙-纯碱的方式。2010 年日本只剩下中央化成 1 家公司生产副产氯化铵，产量仅有 6.8 万吨。

硝酸铵除了可用于化肥之外，还是火药和炸药的原料。但是硝酸铵容易因冲击而发生爆炸，被指定为危险品，受到严格的管制，实际上用于肥料的并不多。1950 年日本硝酸铵生产量为 2830 吨，1973 年达到 2.8 万吨，成为日本硝酸铵产量的最高记录。这是因为在高度成长期国内的矿业和土木建设需要大量的炸药，使得硝酸铵产量急速增加。但是，高度成长期过去后，炸药的需求减少，加上生产设备的老朽化，硝酸铵行业进行了厂家停产转行，设备废弃等合理化措施，2010 年只剩下住友化学的爱媛工厂 1 间仍在生产硝酸铵，但生产量仅有 2946 吨。

第 2 次世界大战后，日本氮肥的生产量和消费量的推移归纳成表 2。

表 2. 第 2 次世界大战后日本氮肥生产量和消费量（包括工业用量）的推移（千吨/年）

氮肥种类		1950 年	1960 年	1970 年	1980 年	1990 年	2000 年	2010 年
硫酸铵	生产量	1,501	2,422	2,210	1,640	1,646	1,745	1,346
	消费量	1,446	1,704	958	994	899	727	535
尿素	生产量	14	606	2,223	1,604	734	638	389
	消费量	12	351	554	696	686	650	385
石灰氮	生产量	426	357	276	175	136	73	47
	消费量	426	389	299	166	137	79	49
氯化铵	生产量	1	235	772	523	191	68	68
	消费量	1	220	221	186	184	64	70
硝酸铵	生产量	3	26	20	20	14	10	3
	消费量	87	24	20	20	14	9	2

注：未达千吨的数字四舍五入，合成氨没有直接用于肥料，只是作为原料，所以不记载。

数据来源：农林统计协会出版「ポケット肥料要覧」各年度版