

论有效利用农牧民的知识与智慧进行农业技术开发的可能性

中本和夫* 李丽原**

*国际农林水产业研究中心 **中国农业科学院农业经济与发展研究所

1. 在农业实践中有效利用非利害关系者的知识与智慧

在 JIRCAS-CAAS 农业科学技术合作研究的框架下, 本文作者在长达 13 年的时间里参与了关于稻作、畜牧、气候变化、环境问题等 4 项研究, 承担了其中社会学科范畴的研究课题。在此期间获得了以中国农业科学院为首的各高校、各省农业科学院、农业推广中心等机构相关人员的大力支持与协作, 并且在多样化的自然环境条件下与从事农业的农牧民进行了积极的交流。在研究课题的推进过程中关注到农牧民的想法与点子, 并围绕如何将其作用发挥于低成本化技术的开发中这一问题进行了一系列的研究活动。

关于有效利用和发挥生产当中的经验智慧方面的研究, 参与式开发模式一直以来备受关注。参与式开发模式是指请专家(研究人员等)一同参加农村开发的过程中, 创造出集体智慧, 共同解决问题的一种方式。但本文中涉及技术开发的是“非专家”, 技术开发的点子提出的主体是“非利害关系者”。这有别于以往的一些方法。那为什么本文中涉及的是“非专家”、“非利害关系者”呢? 关于这一点, 以“利用动物粪便中的种子改造草地”为例进行说明。在内蒙古自治区的半干旱地区, 利用羊粪的保水性栽培野生葱类的点子就是由黑龙江省的农民(非利害关系者)提出的。

2. 利用动物粪便中的草种振兴品牌羊肉产地

关于利用动物粪便中的草种改造草地的方法, 自 Harlan(1956)介绍以来, 展开了广泛的研究。这种将喂食过牧草种子的羊群进行放牧, 通过包含牧草种子的羊粪进行草地改良的技术被认为节省人力而且低成本, 又称之为“sheep method”。但随着研究的推进, 发现这种方法并不一定是省力型和低成本型的技术。这是因为如果粪便中的草种没能经过家畜的踩踏埋入土中就不会发芽、生根, 所以需要提前使用机械翻耕放牧场所。另外, 因为家畜不局限于在需要草种的地方排泄, 所以还需要人手将家畜赶到合适的场所。还有一个问题是喂食的草种在经过牛、山羊、羊等各种家畜的消化器官时有很大一部分会被消化掉。

我们最早在 2008 年通过黑龙江省农科院的研究人员获得了关于动物粪便中草种的利用方法。研究人员并不知晓“sheep method”，而是在与农牧民的交流当中得知此方法。这件事也给我们一个很好的启示，在农村调研当中不能只是单方面提问农民，而要用心留意那些基于农牧民知识经验的信息。通过以上做法，我们不仅得到了关于“sheep method”再发现的相关信息，还获得了例如通过对盐碱土壤积盐层造成龟裂从而实现裸地植被恢复等关于荒地绿化方面的很多有益信息。

假如我们是草地利用方面的专家，早已获得了一定的研究，那恐怕即使听农科院研究人员说起这个话题，也很可能并不在意、很快忘记。而我们作为社会科学研究人员对此一直保持着浓厚的兴趣，随后在以内蒙古自治区为对象的研究课题中，有机会将粪便中种子利用作为羊肉的附加值技术加以探讨。

2014 年，在内蒙古自治区苏尼特右旗（北纬：112° 52′ 19″、东经：45° 50′ 14″）探讨涉及农户生活改善的循环型生产系统时向当地农牧民介绍了如何使用粪便中的草种进行草地改良的技术，当时有一部分牧民对此表现出浓厚的兴趣。生活在半干旱地区的牧民们虽然对植物从动物粪便中发芽这件事感到很新奇，但同时认为这种方法很有可能会解决他们一直以来关心的问题。自从 2002 年草原法颁布并实施以来，羊群的饲养方式从放牧改为圈养，羊群吃到多根葱(*Allium polyrhizum Turcz. ex Regel*)以及沙葱(*Allium Mongolicum Regel*)等野生葱类的机会减少，牧民们担忧这会导致品牌羊肉苏尼特羊的肉质下降（图 1）。

野生葱类是多年生植物，发芽之后很长一段时间会优先根部的生长，以适应半干旱地区的环境。与之相反，半干旱地区的一年生草种则采取短时间内繁衍后代的战略，在雨量充足的年份发芽，优先地面上部的生长。因此，当灌溉水充足时埋入土中的一年生草种会发芽，遮挡住野生葱类需要的阳光，使其枯萎。但如果利用好羊粪的保水能力，就可以将灌溉水量控制在最少限度，可以抑制一年生草种的发芽生长。鉴于以上原因，通过和当地牧民协商，得出了图 2 中所示方法。

遗憾的是随着我们以半干旱地区为研究对象的项目的结题，以上这个想法没有能够推进到实现阶段。对于热心协助我们研究工作的苏尼特旗养羊户感到很抱歉。如果今后还有机会进行半干旱地区的研究活动，我们就此项技术想再次进行探讨。

3. 通过土中埋入稻壳的盐碱草地改良

在中日合作项目“中国条件不利地区低投入环境友好型经营系统的构建（项目期间：2009–2010）中，以农业生产条件相对薄弱的黑龙江省盐碱地土壤地带为研究对象，分析评价了未开发地区引进饲料作物对农户经营产生的影响。当时利用稻壳用于盐碱地土壤改良的点子是由生产环境条件完全不同的水稻产区的农户提出的。



图 1 苏尼特右旗品牌羊
(摄影：2015 年 3 月 5 日)

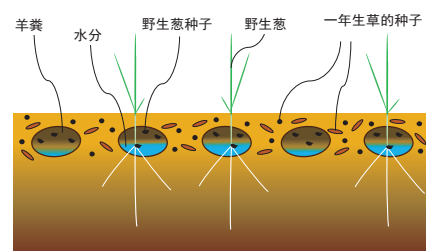


图 2 利用粪中种子进行野生葱的栽培

对于存在大面积盐碱地的中国东北部, 目前为止提出过很多土壤改良方法。例如, 石膏(硫酸钙, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 的投入对于 Na 型盐碱地的改良较为有效。但为了获得充分的改良效果, 需要向农地投入 $23\text{t}/\text{ha}$ 的石膏^[1]。从供给地的工业区到水稻产区的运输费用都有可能超出从农地获取的收益。此外, 还有一种方法是使用荒砂在土壤心土部分设置粗粒层将聚集的盐类排除的同时, 阻止毛细管现象, 防止盐类的再上升^[4]。但是荒砂同石膏一样, 运输费用很高。而且由于荒砂是建筑业所需材料, 价格也比较高, 不适合作为土壤改良材料。

为了寻找更加经济且易运输的材料, 在与水稻农户的交谈中提到稻壳具有疏水性很高, 埋入土中避免接触空气可以历经数年不腐烂的特性, 进而得出了“稻壳作为土壤改良材料”的点子。经过进一步的探讨, 发现使用稻壳不同于石膏或荒砂, 在堆积和投入土壤时都不需要重型机械。另外, 黑龙江省的盐碱类土壤地带与水稻产地之间的距离相比较和作为石膏供应地的工业地带之间的距离要近。因为大米一般都是带壳出售, 所以在精米加工厂会有大量的稻壳。过去稻壳多被焚烧处理, 如果能作为土壤改良材料还原到草地, 从环境保护的角度而言也是有益的。为了实现上面介绍的想法, 在黑龙江省兰西县(北纬: $46^\circ 32' 17''$, 东经: $125^\circ 28' 24''$) 实施了草地化试验。当地有很多养牛户在购买使用高价的进口苜蓿。所以, 如果试验成功对牧草生产户的收入提高也会起到很好的促进作用。试验地土壤 pH 值如下: 0–10cm 区间 pH8.3、10–40cm 区间 pH9.08–9.12, 显示高度的碱性。同时, 由于盐碱地具有透水性差的特点, 并不适合种植苜蓿。2009 年 11 月在地层表面铺上 10cm 厚度的稻壳, 之后使用犁地机将稻壳埋入地下 40–50cm 位置(图 3)。次年 4 月份播撒硫安 $100\text{kg}/\text{hm}^2$ 、过磷酸石灰 $1000\text{kg}/\text{hm}^2$, 整地之后、播种被覆根瘤菌的种子 $15\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

2011 年 6 月和 8 月, 2012 年 7 月和 9 月, 每年两次进行收割(图 4)。土壤中埋入稻壳的试验区的产量相比没用稻壳的区域的产量增加了 33.2%, 平均产量达到了 $7803.9\text{kg}/\text{hm}^2$ 。稻壳重量轻, 易搬运, 能轻松的埋入土中, 而且也容易购买, 是低成本型草地化技术的合适材料。埋入土壤中的稻壳历经 8 年, 现在(2017 年)还保持着原有形状, 没有分解。关于此项草地化技术的详细信息请参照期刊^[2]。



图 3 使用犁地机将稻壳埋入土中
(摄影: 2009 年 11 月 15 日)



图 4 取样调查产量
(摄影: 2011 年 8 月 15 日)

4. 利用牛粪发酵热的蔬菜栽培系统

在课题项目“农牧交错地区循环型生产技术的开发与评价（项目期间：2011-2015 年）”中对以半干旱地区农民的收入提高为目的的蔬菜栽培系统进行了评价。项目实施地区内蒙古自治区苏尼特右旗，在推进蔬菜种植业的振兴过程中面临着水资源的限制以及春季低温冷害两大问题。当地的冷冻期到 4 月中旬，而且因为气温低级以及强风的原因，地表附近的热气随着水蒸气而蒸发，因而 5 月份也会出现土壤冻结的现象。

苏尼特右旗属于牧区，很多牧户种植自家菜园。通过与这些牧户的积极交流，学习到半干旱地区种植蔬菜的窍门。在此过程中，得到了“利用家畜粪便的发酵热栽培蔬菜”的点子（牧户并没有实际操作）。通过探讨已有成果^{[3][8]}以及日本的踏込温床（江戸时期开始使用的利用发酵热促进蔬菜生长的技术），以畜粪发酵热为基础，构建半干旱地区蔬菜栽培系统。蔬菜品种选择了适应半干旱地区，而且具有市场性的迷你南瓜。通过和当地菜农交流经验，探讨适合迷你南瓜的栽培系统。最终如图 5 所示，栽培系统不仅利用了牛粪的发酵热，而且还解决了阻碍当地蔬菜业发展的多个问题。例如为了储存牛粪发酵的热量在栽培系统的后方将牛粪堆积成 80cm 的高度（图 6）。如图 5 中标注的“防风”，在春季沙尘暴的背风方向设置栽培系统可以防止强风侵害刚发芽的嫩苗。另外，标注“防虫”是指防治沙漠螟虫的幼虫等害虫的对策，在试验地隔几年会出现一次大的沙漠螟虫虫害，严重危害蔬菜生产。因此将迷你南瓜的播种床，即直径 110mm 的氯乙烯管接头露出地面 2-3cm，防止沙漠螟虫靠近南瓜苗。为了能在中秋节（农历 8 月 15 日）或者国庆节（10 月 1 日）出售迷你南瓜，将播种床氯乙烯管的接头和大棚用塑料薄膜一起埋到土中确保地温，并于 5 月上旬播种。关于灌溉水系统，设置了两个路线。路线 A 是灌溉水直达迷你南瓜，路线 B 是灌溉水通过牛粪堆再到迷你南瓜。通常只打开 A 球形阀门，在需要追肥的时候打开 B 球形阀门，将发酵牛粪中的肥料成分输送到迷你南瓜。这项灌溉系统非常节水，和当地饲料用玉米栽培中使用的喷灌机相比，单位面积用水量可以降至 22%。

在迷你南瓜的出售环节，由于大部分农户没有自家车，通过高速大巴将南瓜运送到了北京。在北京请消费者实际品尝迷你南瓜，并征求了支付意愿。结果表明迷你南瓜可以大幅提高农户的收入，有利于生活水平的改善。另外，通过设置防风林，对于那些农地地力强的农户，如图

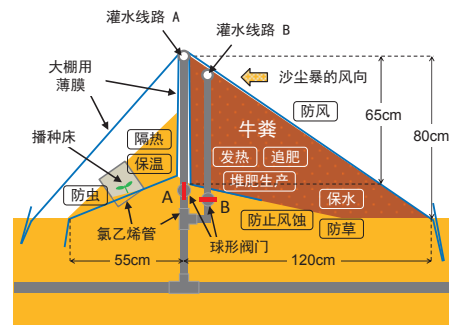


图 5 利用牛粪发酵热构建蔬菜栽培系统



图 6 在系统后方堆积牛粪

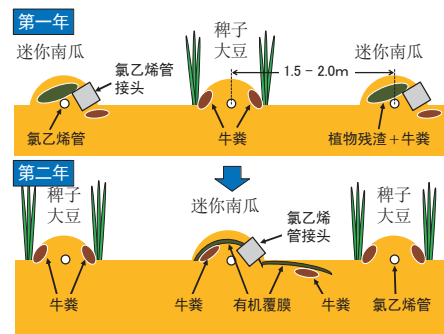


图 7 简易型栽培系统

7 所示可以建成将植物残渣用于覆盖的简易型栽培系统。在项目执行的后半年请农户试用栽培系统,并发现了问题点。关于牛粪发酵热栽培系统的构造以及农户的期待收益率等具体数据已在期刊^[6]以及专利信息^[9]公开发表。

5. 利用畜粪浮力的有机水稻栽培技术

目前进行当中的课题项目为“主粮市场的品牌化战略解析”(项目期间:2016-2020 年)”。首先选择一种大米假设为品牌大米,并在黑龙江省实际种植,通过北京的消费者实际品尝,测算品牌的经济价值。而“利用畜粪的浮力种植水稻”的点子是由内蒙古的农牧民提出的。目前在探讨能否在假设的品牌大米种植中使用这个点子。在本期课题研究开始的前一年(2015 年),为了半干旱地区蔬菜种植业的振兴,尝试过使用羊粪制作液态肥。但是由于羊粪不沉入水中,大部分的羊粪浮在水面上不能发酵导致了液态肥制作以失败告终。当时,请来帮忙的农民说到“这要是水田就好了……”。在当地给蔬菜追肥时会用到羊粪,但是如果将没发酵的羊粪散布到农田,因为羊粪有浮力,灌溉时会流走。农户认为这个特点虽然对蔬菜种植不利,但对水田会起到节省追肥劳力的作用。通过和当地农民的共同探讨,发现羊粪的浮力这件事不仅适合于水田施肥,还有其他多种作用。

充分干燥、表面光滑的羊粪可以在水面上漂浮一个月以上。但从投放水中开始,羊粪中的肥料成分会逐渐溶出,水会浑浊变成黑红色^[7]。漂浮的羊粪以及由此造成的水质的浑浊会阻碍阳光的照射,同时由于释放出的有机酸的影响,都有可能抑制水田杂草的生长。而且,在水稻栽培期间投入的羊粪在水面上经过发酵堆肥,随着次年春季的翻地,埋入土中为增加地力发挥作用。可以说只要把羊粪投入水田中,就有可能起到堆肥、施肥、抑制杂草的作用。为了检验以上的点子,经过和黑龙江省农科院水稻栽培以及土壤肥料专家的共同探讨,实施了釜试验。结果表明只靠羊粪溶出的肥料不足以供应水稻生长所需养分。如图 8 所示,使用稻草、米糠和豆粕等制成有机球状和羊粪一起投放到水田里以补充不足养分。但由于有机物的肥效会持续好几年,如果因为投放羊粪水田内已经积累了肥料成分以及矿物质,就需要减少有机球状物内有机肥料的量,或者增加只用稻草制作的有机球状,减少羊粪的投放量以此来维持土壤养分的平衡。

在调研中结识的水稻农户和水稻专家没有人知道羊粪可以漂在水面上一个月之久,更没有想到只要把羊粪投放到水田中就可以进行水稻的有机栽培,就有可能通过高附加值实现收入的提高。但在试验过程中发现,从距离水稻产区最近的年降雨量 500-600mm 的地区购买的羊粪由于水分含量太高投放到水田之后短时间内就沉底,不能发挥作用。另外,如果为保障效果从年降雨量 200-300mm 的半干旱地区购买羊粪的话,运输费用会影响到水稻经营,而且在远距离的运输过程中堆积的羊粪有自燃的危险。为解决以上问题,从水稻产地附近的养牛户购买了牛粪,并制作了牛粪薄片,以期发挥同羊粪相同的效果(图 9)。

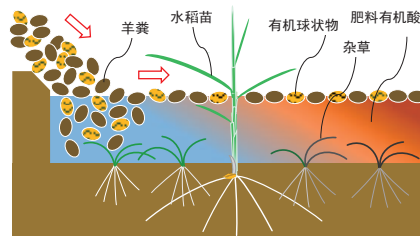


图 8 使用羊粪进行有机水稻种植



图 9 具有浮力的牛粪薄片

黑龙江省是中国养牛头数第二的省份。由于冬季气温在零下 15–25℃，需要冬季加温的沼气的效益费用比会很低。另外，从水稻收割到第二年插秧期间微生物停止活动，除非有加温设施，不然水稻残渣的堆肥是不可能的。因此出现了有机资源的非法投放和焚烧，循环利用难以实现。目前推进的牛粪薄片是利用严冬季节的低温条件，为实现有机资源利用的低成本化和农业生产的零排放，中日双方的科技工作者一同协商和探讨的。

6. 非利害关系者的点子和环境保全型农业

作为非利害关系者的农牧民所提出的设想和点子很有可能对环境保全型农业系统的构建也有效果。这是因为非利害关系者对其他的农业地区以及农业部门的生产现状并不熟悉，对于那里使用的源于工业产品的农业生产材料也不具备相关知识。因此，只能围绕身边存在的有机资源构思点子，而这些点子往往在不经意间和直接关系到食品安全的有机农业生产或者致力于环境减负的环境保全型农业系统构建产生关联。虽然目前还没有进行能够证明环境减负的数据收集和分析工作，但下面从温室效应与减少碳排放的角度探讨包括可能性在内的各项技术。

首先，在“通过土中埋入稻壳的盐碱类土壤改良”技术中，埋入土中的稻壳长期不腐烂，可以起到碳素保存的效果。含有大量碳酸盐类的盐碱土壤地带，本身就是巨大的碳素保存库。稻壳埋土的做法不会改变碳酸盐类的化学性质（不会产生二氧化碳），只改变盐类在土壤中的分布状态，可以兼顾碳素保存和农业生产。其次，在“利用牛粪发酵热的蔬菜栽培系统”技术中，牛粪是在塑料薄膜覆盖的密闭环境中发酵，所以二氧化碳等温室气体会被封闭在薄膜内部。通过在薄膜内外放置的水槽内的藻类比较（ NH_3 的影响也很大），薄膜内藻类的增殖会比较快。在经过了高温发酵期的牛粪上浇水时加入陆地藻类和微生物，有可能对温室气体起到吸收和分解的作用。再次，在“利用畜粪浮力的有机水稻栽培技术”中，通过有机物在水面上好氧发酵，可以抑制 CH_4 的产生，同时生长中的水稻可以吸收一部分二氧化碳。

作为社会科学专业的我们这次能挑战专业外的研究问题，得益于中方技术研究人员的的大力支持与协助。中国和其他国家一样，论文数量依然是评价研究人员的重要依据。但在项目实施期间，在各个研究对象地区遇到了很多不只执着于论文发表，而将农牧民生活改善为己任的研究人员。这些研究人员将农牧民的很多好点子好设想充分发挥到技术开发当中，为并不一定能写出论文的研究工作耗费了很多时间和精力。正因为有了这些研究人员的大力支持，才得以实现了以上几种点子进入试验、实施阶段。借此机会，深表谢意。

参考文献：

- 1 Chun S. et al. Sodic soils reclaimed with by-product from flue gas desulfurization: corn production and soil quality. *Environmental Pollution*, 2001, 114, p. 453–459.
- 2 高中超等. 稻壳深施对盐土物理性质和苜蓿产量的影响. *土壤通报*. 2014, 45(4), p. 991–995. (中文).
- 3 Gasser J.K.R. ed. *Composting of agricultural and other wastes*. Elsevier Applied Science Publishers, London and New York, 1985, 281p.
- 4 Guo, G. et al. Improvement of salt-affected soils part 1: Interception of capillarity. *Biosystems Engineering*, 2006, 94 (1), 139–150.
- 5 Harlan, J. R. Theory and dynamics of grassland agriculture. D. Van Nostrand

- Company Inc. 1956, 281p.
- 6 中本和夫等. 北方半干旱地区有机蔬菜种植及经营效果评价. 干旱区资源与环境. 2016, 30(7), p. 101-107. (中文).
 - 7 中本和夫等. 论技术开发中如何利用农牧民的知识与智慧. 干旱区资源与环境. 2017, 31(2), p. 14-19. (中文).
 - 8 Seki, H., Kiyose, S. and Sakida, S. An experimental system for the recovery, accumulation, and utilization of heat generated by bamboo chip biodegradation using a small-scale apparatus. *Journal of Agricultural Meteorology*, 2014, 70(1): 1-11.
 - 9 塔娜等. 一种利用牛粪发酵热的蔬菜栽培系统. CN104770243A, 2015-7-15. (中文).