

农业资源、环境、生态基础研究方向探讨

程 序

(中国农业大学农业生态学教研室,北京 100094)

[摘 要] 下世纪中国要实现可持续的“食物安全保障”有赖于正确的农业资源开发利用和生态环境治理建设方针,离不开坚实的科学发现及理论的支撑。本文分析了近年来国内外本领域的研究进展、趋势和不足,认为面对高度纷繁和难度很大的农业资源、环境及生态问题,应用基础研究要能对开发、治理真正起到指导作用,必须进行大跨度的多学科研究,创造新方法、新途径。并以此为主线,设计了具有高优先序的6个研究方向。

[关键词] 农业资源,农业生态环境,基础研究

1 国家经济和社会发展对本领域研究的重大需求

21世纪前期,中国将进入工业化快速发展阶段。由于市场经济体制正在转制与确立过程中,其不完备性及固有的弊病同时出现,集中表现在对资源的掠夺性开发和对生态环境的严重负面影响的程度均为空前这两点上。加上人口基数过大,人均资源量不足;生态环境“先天不足,后天失调”,以及国家财政尚不能强有力地支持农业,这就决定了未来二三十年内国家对农业的最大需求实现“食物安全保障”(food security)难度极大^[1]。因为这种安全保障必须建立在3个前提基础之上:(1)生产力的增长速度超过以往;(2)不以牺牲资源和环境作为代价,即是可持续的;(3)每个人都有获得足够食物的能力(即收入和购买力)。概言之,这已是超出当前世界上达成普遍共识的所谓“双重绿色革命”^[2](doubly green revolution)目标的“多重绿色革命”。

根据国家经济和社会发展的需求,农业领域需要解决的问题,按其重要性及难度大小顺序可分列于下:(1)如何克服水资源严重不足的“瓶颈”制约;(2)真正地使6000万—8000万农民稳定脱贫;(3)为不断新增的农村富余劳力提供就业机会,不断地、较大幅度地提高农民的收入;(4)对农田进行严格的保护;(5)对农业生态环境进行治理、国土整治及合

理开发利用;(6)区域社会、经济与生态环境协调发展和区域间发展的相对平衡性;(7)经济发达地区初步实现农业现代化。

这些重大需求体现在涉及农业资源、环境和生态方面的基础性研究(包括基础性工作)的重点方向,包括:(1)农业资源(尤其是水、土地资源)可持续利用的基础,即对属于边际性土地、较难利用,而为中国国情决定又必须利用的后备土地资源要有正确的利用战略;(2)生态脆弱及环境退化地区治理的科学基础;(3)区域农业生态系统的基础研究,包括为“生态农业”的深化和普及提供坚实的理论基础;(4)农业的信息化;(5)土地荒漠化(包括潜在沙漠化)和草原退化的研究;(6)全球气候变化对农业的影响。

2 国外基础研究的发展趋势和战略重点

(1)在资源普遍短缺的形势下,世界各国都致力于资源的节约、高效与持续利用的研究。80年代中后期,应用全球定位系统和GIS系统与现代农业技术结合,进行定时、定位农田操作管理的一种集约化持续农业管理技术,即所谓“精确农作”或“计算机支持农业”,已在美欧等西方国家悄然兴起。这是西方发达国家为避免环境严重污染和资源过度浪费,利用高新技术进行现代化农业管理的尝试^[3]。

土地利用与土地覆被变化研究是全球环境变化研究的一个重要方面^[4]。同时也是从自然和社会经

本文于1999年1月27日收到。

济两方面综合研究全球和区域环境变化的突破口之一,是农业生态环境研究的国际性前沿课题。两大国际研究计划“国际地圈与生物圈计划”(IGBP)和“全球变化人类影响和响应计划”(IHDP)于1995年共同拟定并发表了《土地利用/土地覆被变化科学研究计划》,将其列为全球环境变化的核心项目。该项研究受到许多国际组织和国家的响应^[5]。

土地资源生产能力可持续利用研究是90年代响应可持续发展战略而开展起来的。联合国粮农组织(FAO)于1993年发表了《可持续土地管理评价大纲》,世界银行于1995年发布了《土地质量指标》,土地持续利用研究在国际上已经开展起来。可持续土地利用的一个核心问题是现代土地利用方式对土地资源生产潜力的影响。

(2)生态学是环境科学可持续发展的理论基础。美国在生态学研究方面下了很大气力,包括研究各类模型系统,进行全封闭生态系统模拟实验(“生物圈一号”)以及理论生态学探讨(如提出衡量资源环境无形服务价值的“能值”(Energy理论)^[6];面临的问题是在指导可持续发展方面还拿不出多少可行方法。因此认为“生态学面临革命”,向农业生态学深入是改变这种局面建立现代生态学的一条重要途径(见美国生态学会主席J.L. Meyer 1996年报告)。现已开始出现农业生态工程、农业生态经济、农业生态设计及产业生态学方面的研究,焦点集中在对(农业)生态系统的分析研究上^[7]。从生态系统同物理、化学、社会、经济因子的叠加,探讨提高系统生产力及调控(因子效益的放大、开关的制约)途径,被广泛地应用于各种大尺度模型的研究,包括资源配置、结构调整关键因子判别以及整体效益的改善等。农业生态系统分析(“现代生态学”的重大内容之一)被认为是实现“双重绿色革命”艰巨目标的两大关键技术之一^[2]。欧洲在景观生态学方面有悠久的历史,近年来已形成指导景观设计和土地合理利用的一套理论和方法,但不能适用于发展中国家。为此正在探索所谓“生态区域途径”(Eco-regional Approach)的新途径,企图把社会、经济因素引入,以形成真正的景观生态科学^[8,9]。

(3)美国政府1995年制定“国家环境技术战略报告”提出的目标之一,是通过研究、开发和应用环境技术,减少能源、原材料和其他资源的消耗,以经济有效的方式改善环境。其关键领域中涉及农业的有:生态系统的恢复和管理——针对受威胁和受破坏的生态系统的监测和恢复受损生态系统的功能;

可持续的农产品和无污染的食品工业^[10]。

(4)在全球气候变化与农业有关的研究方面,有正在从农、林、土壤等中寻找所谓“丢失的碳(C)汇”的努力,以及探讨通过土壤碳汇和去海外造林完成所承诺的减排温室气体(CO₂)的途径。美国的全球变化研究属于政府用巨大财力资助的大科学计划,年经费额高达16亿美元,也是美国农业部(USDA)正在制定的科研10年战略规划的重要研究内容之一。

(5)在研究草原退化、土地荒漠化方面,国际上非常重视选择可对比类型进行长期定位观测,以及深入的机理研究,例如关于基准值(benchmark)及各种阈值的确定。如美国在退化草原、未退化草原及正在退化中草原分别设立试验站,进行能流、物流等生物地球化学循环研究;在关于退化草原的标志——灌木出现的机理研究方面,得出令人信服的原因,以及相应的清除对策^[11]。

(6)在农业信息化方面,农业模型(Agricultural Modeling)区别于专家系统,着重揭示各种农业问题的内在规律和机理。典型的有荷兰、美国的作物-环境-资源结合系统模型(CERES)和土壤侵蚀影响生产力系统模型(EPIC)。而农业信息化则是将农业模型同数据库技术,3W技术及3S技术等结合起来的新趋势^[12]。

(7)当前全球普遍极为关注的生态环境问题中的许多方面,如生物多样性保护、全球气候变化、土壤酸化和土壤退化、水土流失、旱涝灾害等都与植被有着密切关系。植被与环境的相互作用和协同变化,影响着区域生态环境和全球变化过程;植被与环境之间的能量与物质相互作用机理以及评价植被在调节生态环境中的作用,已经引起科学家的普遍研究兴趣,特别是立足于大尺度的研究已成为当今环境和生态学领域的重大前沿研究问题^[13]。

3 国内研究现状

(1)中国农业资源持续利用与保护研究的趋势大体是:从资源清查、评价、制图研究发展到资源与环境的动态监测研究;从资源的遥感制图研究发展到农作物遥感估产研究,并从重点试验发展到实用化;从土地承载力研究扩展到探讨资源耦合系统的结构、功能和人地关系调控机理的研究。但资源科学作为一门综合性、应用性很强的学科^[14]、对其基础性研究的重要性尚未取得广泛共识。至于农业资源科学,则更尚在确立前的探索阶段。目前已开始

提出:农业既是农业再生产过程也是经济再生产过程,因此农业资源研究不但要同地学、生态学、信息学耦合,还要同社会学、经济学耦合,才能推动这门应用基础研究学科的发展。

(2)中国的环保和可持续发展的研究有脱离生态学的倾向^[15]。有识之士已经认识到,环保科研要想上一个新台阶必须紧密依靠生态学的支撑。但目前生态学的水平尚未达到此要求。国内对宏观区域农业层次做了大量工作,如农业资源的普查和区划;在另一端即微观的生物组分层次,如育种、植保、提高肥效等研究也很深入,而对宏观与微观之间起连接作用的农业生态系统层次研究很少。导致对生态环境治理缺乏机理、规律方面的指导,若干大规模治理和生态工程往往是“局部改善、总体继续恶化”,或者只有表面性、短期性的治理效果,而无法持续,更不能有效地推广。

(3)中国在过去40年里曾进行过许多有关土地利用方面的研究,尤其是1980年以来,在土地利用调查和研究方面进行了大量的工作。但总的来看,过去的工作着重于对土地利用现状的调查与制图,土地利用存在问题的分析,缺少对土地利用和土地覆被动态及其对生态环境影响的研究。关于土地利用变化研究目前尚处于介绍国际上的研究计划阶段,还缺少区域性、实质性的研究工作。

4 重要研究方向和重大科学问题

农业资源、环境和生态领域基础研究的总体方向是:面对如此纷繁、高难度的问题,要想通过基础研究对解决问题起到理论和方法的指导作用,靠传统的狭窄领域学科和分割式的研究已无法奏效,必须进行跨学科——不仅跨生态学、地学、信息学,还要跨社会学、经济学的研究,才能创造新理论、新方法。以下对提出的农业资源、环境和生态领域的6个研究方向进行探讨。

4.1 我国农业资源可持续利用的基础研究

农业的可持续发展,首先取决于土地、水、生物和气候等4大农业资源的永远持续利用。农业资源是一个相互联系、相互制约的有机整体,各类资源之间又保持其相对独立性,自成系统,由各资源系统耦合成一个农业资源巨系统。农业资源的整体生产力将取决于这个巨系统的结构与功能和人类的干预程度;调整好农业资源系统的结构,协调好人与资源的关系,使其处于最佳状态,才能获取最大的持续生产力。

传统的资源利用方式,造成了大规模的水土流失、土地荒漠化、草原退化和环境污染,严重威胁着农业资源的永远持续利用。中国农业资源的利用,一方面要变传统的粗放经营方式为现代的集约经营;另一方面要在保护的前提下,科学地进行开发。

本研究方向的重大科学问题是如何从资源合理保护和开发利用的角度,确保协调好集约化和可持续性这2个本质上相矛盾的成分的关系,从而提出符合中国国情的可持续集约化农业的模式。

4.2 区域农业生态系统优化及资源、环境可持续发展的基础理论

随着农村经济的快速发展,对水、土、生物资源、矿产及能源等的高强度开发利用和不合理管理,已造成了资源、环境不同程度的退化,日益成为制约农业和农村经济可持续发展的决定性因素。原因包括:(1)缺乏对农、林、水产、草业生态系统多种资源成分在不同尺度区域的系统优化和综合管理的理论、技术支持;(2)追求经济片面高速增长,加上乡村工业化、城镇化、对环境产生的负面影响;(3)农业既是污染的受害者,同时又因对资源的不合理利用成为(面源)污染的制造者。此外,农业资源环境退化破坏问题同农村(民)的贫穷也有直接、间接的关系。

解决这些问题,特别是在我国广大的自然条件较差(例如占耕地面积近一半的干旱地区,以及山区等)的地区,关键在于提高整个农业系统的效率和效益,而不仅仅是传统地追求单一作物或单一畜禽等的高产;同时还要更多地依靠对有限投入有效利用率的提高,以及扩大对系统内生资源(Internal generated resources of ecosystem)而不是外部投入的依赖程度。

我国农业已是以农户为基本决策单位进行的活动,农业生态系统分析将为农户决策时妥善处理生产力、稳定性、可持久性及抗(耐)冲击力之间的关系,把“弊”和“失”减到最小提供有力支持。其次,中国农业的特色又恰恰是生态类型多样、系统内组分复杂,因而只有探明农业生态系统的规律性问题,如系统耦合的效能,系统的组建规律和转换规律,以及进行不同区域农业生态系统的比较研究,才能在农业系统的构架层次上,对区域农业的发展和资源、环境的保护提出指导性方向,满足技术组合及技术本身改造的要求。

本研究方向的科学问题是农业可持续发展(含“中国生态农业”)的支撑理论和方法论^[1]。

4.3 我国生态脆弱、环境退化地区生态环境恶化机

理及生态恢复途径基础研究

我国生态脆弱地区由于自然条件(地理、气候等)的原因分布较广,加上人类农业活动的过度和不当地干预,造成环境的退化和恶化(包括荒漠化、石漠化和草原退化等),已经对农业的腹地形成巨大的威胁而不再起到生态屏障的作用,发展下去,还将使我国后备土地资源丧失殆尽。

我国现有荒漠化土地 26.2 万 km², 占国土面积的 27.3%, 占旱地总面积的 79%, 范围涉及全国 18 个省(区、市)的 471 个县(旗)。70 年代以来风蚀荒漠化平均每年以 2 460 km² 的速度扩展, 每年流入黄河的 16 亿吨泥沙中有 12 亿吨来自北方荒漠化地区; 我国岩溶地区约 137 万 km², 石漠化速度每 25 年倍增。草原已有近 80% 面积退化, 达到崩溃的边缘, 破坏程度是史无前例的。

国务院 1999 年 1 月颁布的《全国生态环境建设规划》提出了从现在起到 2050 年的奋斗目标, 即建立起基本适应可持续发展的良性生态系统。分为近期(2010 年前)、中期(2011—2030 年)和远期(2031—2050 年)3 个阶段。并把目前生态环境最为脆弱, 对改善全国生态环境最具影响, 对实现近期奋斗目标最为重要的黄河、长江上中游地区, 风沙区和草原区作为全国生态环境建设 8 大片地区的重点地区, 力争有所突破。《规划》明确提出必须把科技进步放在相应政策措施的突出位置, 围绕生态环境建设的关键问题组织科研攻关。

我国荒漠化、石漠化类型齐全, 成因、机理复杂多样, 具有自己独特的气候和生态状况、地理景观和环境脆弱性^[16], 为开展农业重大资源环境问题作用机理基础研究提供了理想的条件。由于受经济条件和研究手段的制约, 以往有关的“攻关”、“攀登”和“基金”项目多注重应用技术和单一专业的较深入研究, 而缺乏多学科(地球科学、生命科学、系统科学、社会科学、经济科学及信息科学)交叉渗透的基础理论研究。尤其是针对农业的研究, 目前还未有任何定量结果和重大突破。

本研究方向的科学问题之一是荒漠化、石漠化及草原退化的驱动力作用——生物地球物理过程同社会经济过程交叉作用的机理、基准值/指标体系及相应的评价、监测、预警系统和生态恢复、系统重建的机理。

4.4 农业资源、环境、生态问题的系统模型, 优化治理与农业信息化

对农业资源、环境同农业的高产、优质、高效之

间存在着相互矛盾的促进关系的内在规律, 对紧缺农业资源(如水、钾、磷等)进行信息化研究和管理, 对污染进行动态监控和管理以及贫困地区农业环境、生态综合治理方案的确定, 都离不开以农业模型(主要指模拟模型)及数据库为骨干的大型农业信息系统的支撑。“农业模型”是以农业问题的整体(或以农业系统)为对象, 应用系统的观点和方法, 进行农业结构与功能分析, 从而反映、模拟和指导各种农业过程的计算机软件。它有助于在多学科综合研究前提下, 帮助揭示农业各种过程的内在规律^[17]。

本研究方向的研究重点与科学问题:(1)我国农业资源的基本信息的研究:用 GIS 技术建立我国农业资源(农业气候、土壤、土地、水等)的综合的基本信息系统;(2)北方以节水高产为中心, 研究农业水资源与作物高产、优质、高效的模型, 以及信息化系统;(3)南方以太湖地区为对象, 研究兼顾治理农业污染的农业高产、优质、高效的模型与信息化系统;(4)“精确农作”(precision farming)在我国条件下应用的基础研究和基础性工作。

4.5 森林植被对区域农业生态环境的作用机理和调控机理

森林植被是陆地生物圈的主体, 对维持水、土、大气等生态环境起到屏障作用。植被在参与以生物地球化学循环过程中, 通过与土壤、大气、水流在多界面、多层次、多尺度上进行物质与能量交换, 改变和影响区域气候、水资源分布, 起到保护与涵养水源、净化水质、保持水资源和减轻若干种自然灾害的破坏的作用。

我国资源与生态环境形势十分严峻, 几乎所有的世界性的重大资源和环境问题都在我国表现得非常突出。其中与林业紧密相关的包括森林资源枯竭、林业生态环境恶化、水土流失日益严重、水资源缺乏、水环境恶化、旱涝灾害频繁等。因此, 只有进行有效的生态环境建设, 尤其是林业和植被建设, 才能从根本上减灾防灾, 保障我国社会经济可持续发展, 这一点已形成共识。

随着大规模林业生态工程的建设, 已开展了防护林水文生态、水土保持等的综合效益计量评价等研究。但以往主要是基于单一尺度或过程的观测试验, 不能将综合生态学过程经尺度转换推演到区域景观尺度上。以动力水文学理论和方法研究植被的环境影响机理也只是近年来刚刚开始, 以土壤—森林植被—大气连续体动力传输理论的研究甚少。以往在我国不同生物地理气候区域的定位与半定位研

究成果,可为建立植被影响生态环境的作用及其调控机理模型提供所需部分参数。但在指导国家生态环境建设,维持和提高生态系统定性,充分发挥森林植被的减少水土流失,减缓和防止土地退化进程等生态效益方面,仍明显缺乏坚实的基础理论依据。

本研究方向的科学问题是大尺度范围植被与环境的能量、物质相互作用及植被在生态平衡中的作用阈值。

4.6 全球气候变化对我国农业生产的影响及适应对策

本世纪90年代以来,全球气候明显趋暖,而且这种趋势还将持续下去。据认为,在下个世纪中叶,当大气中二氧化碳浓度加倍时,全球气温将上升1.5℃—4.5℃,从而达到人类历史(10万年以来)前所未有的最高点^[18]。农业是依赖于自然环境和资源最重的产业,必将首当其冲。除受气候变化的直接影响外,还包括植被、物种资源、生态等变化的间接影响。因此,全球气候变化已成为举世瞩目的重大环境课题。

本研究方向的研究内容有(1)农林牧生产、消费系统的碳循环与全球变化的相互作用;(2)造林、毁林对碳汇变化的作用;(3)农业土壤、草地碳汇的变化趋势与贮碳潜力;(4)农业对全球变化的生态反应(耐用农产品的碳汇);(5)我国承诺减排“温室气体”的最佳时机及减排方式;(6)全球气候变化对我国农业生物多样性的影响。

本研究方向的科学问题是全球性环境变化对农业的生态后果及我国适应全球变化对策的科学基础。

参 考 文 献

- [1] 程序. 可持续农业导论. 北京: 农业出版社, 1997.
- [2] Conway G. The Doubly Green Revolution. Suffolk: Penguin Books, 1997.
- [3] Board on Agriculture, NRC, USA, Precision Agriculture in the 21st Century. Washington: National Academy Press, 1997.
- [4] Naveh Z et al. Landscape Ecology. New York: Springer-Verlag Inc, 1994.
- [5] 康乐. 生态学与环境科学研究热点. 中国科学报, 1997年5月13日.
- [6] Odum H T. Environmental Accounting-Energy and Environmental Decision Making. New York: John Wiley & Sons Inc., 1996.
- [7] 骆世明. 中国农业持续发展与生态学研究. 中国科学基金, 1997, (1).
- [8] Bouma J. Eco-regional Approaches for Sustainable Land Use and Food Production. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1996.
- [9] Sims R A. Ecological Land Classification. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1996.
- [10] 陈昌笃. 注目世界动向, 迎接21世纪中国生态学的新发展. 科技导报, 1996, (2).
- [11] Daily G C. Restoring Value to the World's Degraded Land. Science, 1995, 269:350—353.
- [12] 石元春. 农学基础研究思考. 科技日报, 1998年8月4日.
- [13] Samson F B et al. Ecosystem Management. New York: Springer-Verlag Inc, 1996.
- [14] 孙鸿烈. 资源科学研究的现在与未来. 资源科学学报, 1998, (1).
- [15] Tso T C. Agriculture in China 1949—2030. Beltsville: IDEALS Ins., 1998.
- [16] 朱震达. 中国的脆弱生态带与土地荒漠化. 中国沙漠, 1991, 11 (4).
- [17] Odum E P. Basic Ecology. New York: Sannders College Publishing, 1983.
- [18] 董全等. 面向21世纪的西方生态学. 科技导报, 1996, (2).

EXPLORATION ON THE BASIC RESEARCH'S PRIOR OPTIONS FOR AGRICULTURAL RESOURCES, ENVIRONMENT AND ECOLOGY

Cheng Xu

(China Agricultural University, Beijing 100094)

Abstract China's sustainable 'food security' over next century depends upon correct guidelines of agro-resources tapping & conservation, as well as agro-environment harnessing & construction, requiring the support from firm scientific discoveries and theories. This paper provides an overview on recent advances, trend and research gaps of the above mentioned fields at home and abroad, arguing that it is inevitably to conduct multi-disciplinary researches with a big span, can the tapping and harnessing efforts be really guided by applied-oriented basic research, so as to find the solutions for highly comprehensive and difficult issues of agro-resources, environment and ecology with new methodology and approaches. Also six research themes are designed with higher priority based on such an understanding.

Key words agro-resources, agro-environment and ecological situation, basic research