

从经济学角度试论农业生态系统

陈 迭 云

(农业经济系)

提 要

本文从经济学角度对农业生态系统进行下列几方面探讨：（1）农业生态系统是人类抱着一定经济目的进行经济活动的产物。建成后没有人类扶持或干预农业生态系统就不能继续存在。（2）农业生态系统的功能主要是受人类经济活动所控制。对自然环境、植物、动物和微生物四个要素。采取各种不同办法进行干预和控制，以提高整个农业生态系统的功能。（3）能量转化和物质循环的经济成果是创造使用价值。农业生态系统内的各种因素是潜在的使用价值，与能量流和物质流同步运动。逐渐积累而转化为能满足人类需要的使用价值。（4）商品交换是造成农业生态系统间的能量和物质输出及输入的主要原因。由于商品交换，能量和物质随着农产品离开本农业生态系统，必须采取适当办法输入适量的能量和物质作补充，以保持其平衡，才能使农业生态系统在进行经济再生产时继续发挥作用。

研究农业生态系统近年在我国已引起普遍重视。在国外已发展到资源经济学中研究生态系统问题（Howe, 1979）。但用经济学原理结合农业生态系统进行研究则还是很薄弱和鲜见。本文试图就农业生态系统的若干经济问题进行初步探讨，作为深入研究的开端。

一、农业生态系统是人类经济活动的产物

生态系统是在特定地域中全部生物和自然环境相互作用的统一体。在系统内部形成能量转化与物质循环（Odum, 1971）。农业生态系统，从生态学与经济学相结合的角度来说，是以人为中心，以植物和家畜家禽家鱼等为劳动对象，在一定环境条件下进行农业生产并构成受人类控制的能量转化与物质循环的综合系统。

我们说农业生态系统是人类经济活动的产物可以从两方面来论证：一是农业生态系统是人类在一定地域把其他生态系统改造而成。二是农业生态系统必需有人类不断进行控制和管理才能继续存在。

人类生活史最初是采集和捕猎自然生态系统中的植物和动物以维持生活。这种采集和捕猎活动虽然对自然生态系统有一定影响，因为小部分物质被人类消费。但当时人口稀少，吃了食物之后，人的粪便和死后尸体也回到土壤中，所以影响甚微。且自然生态系统有自行调节的机能。虽受一定程度破坏可以自行调节恢复平衡。随着社会发展，人口增加，采集和捕猎生活方式不能满足人类需要。而人类也逐渐学会驯化某些植物和动

物，这样就开始农业生产。原始的刀耕火种式的农业生产，虽然技术落后，但对自然生态系统也进行一定程度的改造。人类为了维持生活，在一定环境条件下进行植物栽培和畜禽饲养，以取得人类必需的生活资料。这样就形成农业生态系统。生产活动是人类最基本的经济活动，人类从事农业生产，即使在最原始时的农业生产，也有明确的经济意图，而且主宰整个生产过程。由此可见，没有人类从事农业生产的经济活动，就没有农业生态系统。农业生态系统是人工创造的生态系统，人类是抱着一定经济目的而创造农业生态系统的，这种经济目的是以需要和可能为基础。这里说的需要是满足人类生活的需要；可能是指现实的自然、经济、社会和政治条件。有了经济目的，就根据当地的各种具体条件。按自然规律和经济规律的原理，决定采用最有利的农业技术和经济措施。拟定合理的模式，逐步按计划执行，经过一定时期，最终就建成一个按人类设计而实现的农业生态系统。其过程如图1所示。

当然，人类创造农业生态系统时，如果措施不当，违反自然规律和经济规律，则会破坏生态平衡和经济上得不偿失，这类教训已不鲜见。

农业生态系统由于人类经济活动而形成后，不是一劳永逸的，必需人类不断干预，不断进行控制和管理才能继续存在 (Dasman, 1978)。农业生产的一个显著特点是生物的自然再生产与人类有目的的经济再生产交织在一起。在农业生态系统内，必定有一两种或几种植物或动物是主要劳动对象，这些动植物生长、发育、成熟达到可供人类消费之时，便完成经济生产过程。如果人类要取得第二收获，就必需再投入活劳动和物化劳动，进行经济再生产。用生态学的语言来说，就是人类必需对农业生态系统继续进行控制，系统的能量转化和物质循环才能保持下去。华南农学院原来的东区果园，是1955年有目的地从残林荒山改造成以柑桔、菠萝等为主的果园生态系统。但并不是按计划把丘陵地开垦为梯田，改造原有生物群落，种上各种果树及绿肥作物，经过两三年栽培管理，开始收获果品就万事妥当。虽然这些果树都是多年生植物，但每年必需中耕除草、施肥、防治病虫害，及时拔除病株，果树老化还要更新，只有这样果园才能保持其正常生产能力。如果人类停止这些经济活动，果树会逐渐衰弱以致死亡，最后这个果园生态系统就崩溃。东区果园的命运正是如此，这个昔日经济效果显著，生态协调。为人

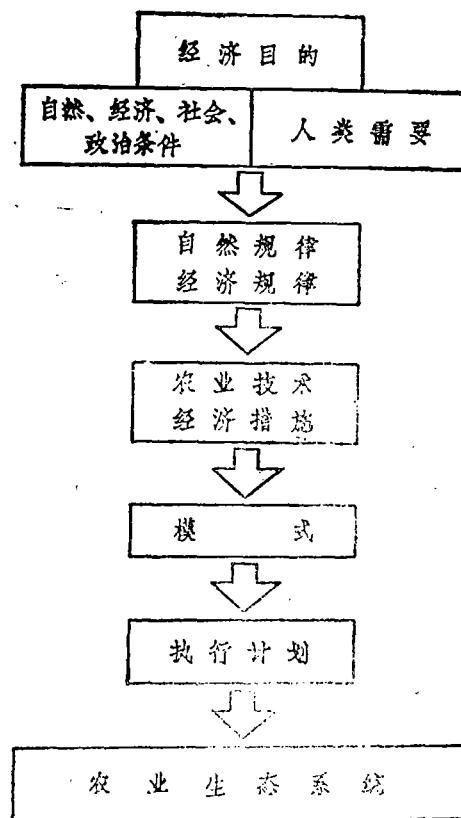


图1 人类经济活动创造农业生态系统过程

喜爱的果园，在十年浩劫之时。放弃继续管理，结果杂草丛生，果树枯死。整个果园又退回原来的状态。以一年生作物为主的农业生态系统，收获之后，如果翌年不重新播种、施肥、管理，这个农业生态系统就会向自然生态的方向演替。所以，人类的经济再生产活动是农业生态系统继续存在的必要条件。人类是农业生态系统的创造者，设计者，保护者；若管理不当就是破坏者。

二、农业生态系统的功能受人类经济活动所控制

农业生态系统的核心是能量转化和物质循环。所谓农业生态系统的功能是指能量转化与物质循环的效率。这种效率体现为经济效益和生态效益。投入的农业资源越少，产出的农产品越多，则经济效益越大；系统中的各要素协调和更新得越好，越能保持其生产力永续使用，则生态效益越高。生态效益是长期起作用的，是经济效益的基础。

农业生态系统功能的好坏，是人类干预和控制的结果。农业生态系统是由环境、生产者（植物）、消费者（动物）和分解者（微生物）四个基本要素构成（Smith, 1977）。人类对系统的控制和改善其功能的活动也针对这四方面进行。这些活动涉及自然、经济、社会和政治各方面的复杂因素。但人类所采取的方针是根据当前科学技术水平和社会经济能力出发，能改造的就进行改造。不能改造的就千方百计去适应。

自然环境这一要素，就农业生态系统而言，包括光、热、水、气、养分等。人类现在尚未有能力普遍地直接改造光和热的强度，为了增加能量转化的效率，只有设法改良品种以提高农作物的光合性能。或提高作物的耐寒耐热能力，以适应当地的光热条件。兴建人工气候室以控制光温进行生产在技术上虽属可能。但经济上成本过高，尚不能普遍用于生产。对自然环境中的水资源，人类已能利用水利工程及水利设施以改善水资源条件。这是在农业生态系统中长期起作用的基本建设，需要较大的经济投资，但对农业生态系统的功能往往起很大的促进作用。环境中的土壤所含养分是有一定量的，为了提高产量，人类必需施肥和耕作以保持土壤中微生物的有效活动促进土壤养分的分解和土壤养分的收支平衡。

生态系统中的植物和动物这两个要素。虽然都是生物，从生态学的观点来说，植物是生产者，动物是消费者。但是从农业生态经济的观点来说，在同一系统中，不同植物和不同动物种类，对人类有不同的经济作用，对农业生态系统的功能产生不同的影响。例如农作物和杂草，野生植物等在生态系统中都能进行光合作用，起着生产者的功能，但是农作物可以给人类提供各种植物性农产品，而杂草和野生植物则是人们进行作物栽培的障碍。同样。各种家畜家禽和害虫，病菌，寄生虫及野兽等在生态系统中是一级二级或三级消费者，但是家畜家禽可以给人类提供畜禽产品。而害虫，病菌，寄生虫和野兽等则是农作物或家畜家禽的为害者。所以人类把农作物和家畜家禽看作是劳动对象，是赖以生产人类所需要的各种农产品的基础。为此人类采取各种措施使农作物和禽畜尽快生长发育，直至可供人类消费。而对有害的植物和动物，则采取控制或消灭的措施，以保护劳动对象的安全生长和发育。人类的经济活动作用于劳动对象以提高农业生态系统的功能是复杂和多方面的。既可以改造农作物和家畜家禽的特性以适应环境，也可以

控制与改造环境使其适宜于农作物和家畜家禽的生长发育。如对农作物，我们可以利用现代科学，通过改良农作物品种，精耕细作，灌溉排水。合理施肥，防治病虫害等技术措施以提高农作物的产量。对家畜家禽，我们可以通过改良畜禽品种，合理饲养管理，改善饲料和提高饲料利用率，防疫治病等技术措施以提高畜禽产品产量。

微生物在生态系统中是分解者。土壤中的微生物把动植物残体及排泄物分解，使分解物重新回到物质循环系统。这是再循环运动的物质基础，也是进行经济再生产的重要条件。人类通过改善环境的理化性。增加土壤有机质以促进微生物的活动和繁殖，加速分解作用，以提供植物所必需的养分。

可见人类对农业生态系统的四个基本要素，即环境、植物、动物和微生物都尽可能进行人工控制，其目的是使系统中的能量转化与物质循环按有利于人类的模式运动，以生产更多的农作物产品和畜禽产品。然而，人类这些控制和管理行为，无论采取何种措施，都是为了获得更多的经济效益和生态效益，而且必然要付出活劳动及投放物化劳动（即肥料、农药、能源……等）。从这个意义来说，对农业生态系统的任何控制和管理行为，都是人类的经济活动。这些经济活动是农业生态系统功能好坏的主要决定因素。在一般情况下，如果所采用的措施是符合自然规律和经济规律，则控制和管理越多和越合理，农业生态系统的功能就越好，经济效益和生态效益就越大。但是，如果违反自然规律和经济规律，则错误的控制和管理越多越不合理，对农业生态系统的危害越大，其功能也越差，甚至破坏生态平衡。产量不能增加甚至减少，经济也蒙受损失。

三、能量转化和物质循环的经济成果是创造使用价值

能量转化和物质循环是农业生态系统最重要的特征，是研究农业生态系统的根本问题，也是农业生态经济研究的中心问题。

能量和物质在生态系统中的运动叫做流，称为能量流与物质流（Odum, 1971），能量转化和物质循环在生态系统中的运动是很复杂的，通过化学和物理作用互相交织进行。能量流与物质流在生态系统中有一定途径。首先由绿色植物通过光合作用合成初级产物开始，草食动物以植物为食料，肉食动物又以草食动物为营养，还有更大的肉食动物以吃肉食动物为主。最后由微生物把植物和动物残体及排泄物分解还原成无机物质回到土壤中。这个途径可以用一个简单方式表示：土壤→植物→动物→土壤（Smith, 1977）。

在能量流和物质流的运动过程中，植物吸收太阳能、水、二氧化碳和无机养分合成有机物，并固定和贮存起来，使植物得以生长、发育和繁殖。植物这种固定和贮存作用，在生态学上称为植物库。同样，动物把植物的能量和物质吸收，固定和贮存起来称为动物库；植物和动物残体和排泄物回到土壤时称为土壤库。植物库、动物库和土壤库与能量流及物质流是相互依存，相互联系的，构成生态系统的特征。从农业生产的角度来说，就是要在农业生态系统中形成丰硕的植物库和动物库，因为人类所需要的农产品是从植物库和动物库中提取出来的。但是这不意味人类在控制农业生态系统时不重视土壤

库，因为没有良好的土壤库，经济再生产就缺乏物质基础，也不可能维持丰硕的植物库和动物库。

人类利用农业生态系统中流和库的运动，生产各种植物性和动物性农产品，这是从事农业生产的唯一经济目的。如栽培水稻收获稻谷，种植柑树生产柑子，饲养家畜家禽以获得肉类，奶类和蛋品等。从经济学的观点来说，这些农产品，都是物质财富。我们说是物质财富因为对人类有用，有使用价值。马克思在《资本论》说：“社会形态无论是怎样，物质财富的内容总是由使用价值构成的”。可见，无论在什么社会形态，在什么地方，人类控制和管理农业生态系统中的能量转化和物质循环，其最终经济成果是创造使用价值。假如农业生态系统不能为人类创造使用价值，就没有必要耗费人力物力去控制和管理农业生态系统了。

现在我们进一步探讨使用价值在能量转化和物质循环过程中是怎样形成和运动的。按生态经济现象分析，使用价值是随着能量转化物质循环运动逐渐积累而形成的。绿色植物吸收自然环境中（包括地上和地表）的光、热、水、气、无机养分等合成为有机物质。环境中的这些能量和物质，当未被植物的叶绿素转化并逐渐积累到一定数量和形态之前，人类是不能用来满足生活需要（利用太阳能取热及发电，利用水力发电等那是另一种科学领域的问题），但是没有环境中的这些能量和物质，植物也无法合成有机物质，正因为环境中有了它们，绿色植物才能成为生产者，才能生产出人类所需要的使用价值。所以环境中的光、热、水、气和无机养分等，实质上具有潜在的使用价值。随着植物不断吸收转化，固定、贮存和积累环境中的能量和物质，潜在使用价值也不断地按同步速度增加数量。植物继续生长发育至成熟，植物库中贮存的能量和物质越来越多，及至植物发展到可供人类使用的形态，潜在使用价值就变成可满足人类需要的实在使用价值，这里所说的“可供人类使用的形态”是按人的需要而不是按植物生长发育阶段而定的。对不同作物有不同的要求，如种植水稻要求长到开花结实并且种子成熟为稻谷。就是从种子到种子，整整一代才实现从潜在使用价值到实在使用价值的转变。但我们对一些蔬菜的要求则不一样，叶菜类中的苋菜实际上属于幼苗期阶段就可供人食用，生菜长到菜叶茂盛尚未抽苔就收获，韭菜苔则要求刚抽苔未开花，广东的菜心及芥兰刚刚开始开花时就收摘，而食用豌豆及豆角则要求开花结荚而种子开始灌浆但未充实时收获，番茄则到结果至成熟才采摘。所以从人的需要出发对不同作物，各在不同的生长发育阶段完成其从潜在使用价值转变为实在使用价值。但有一点是相同的，即不论达到什么生长发育期，必然固定和贮存一定数量的能量和物质。从种子萌发或无性繁殖成为个体植株开始，随着其生长发育，能量转化和物质循环与潜在使用价值的积累，是同步增长的，而且必须积累到某种程度才能实现从潜在使用价值到使用价值的转变。

在动物饲养中，草食动物以植物为营养，其所消费的植物性饲料，其中有对人类有使用价值的食物，如各种谷物，也有不适宜于人类食用的农付产品，如麸皮、稿杆、榨油后的豆饼等。在前一种情况，即用有使用价值的产品作饲料，是由一种使用价值，通过动物的转化，成为另一种质量更高的使用价值。在后一种情况，即利用残渣稿杆作饲料，这些残渣稿杆是潜在的使用价值，通过家畜家禽转化成为对人类有用的使用价值。

所以，在农牧结合的农业生态系统中，植物是初级生产者，对人类来说是使用价值的创造者，草食动物是次级生产者，把农作物产品转化为畜禽产品。即把一种形式的使用价值，转化成另一种形式的使用价值。

动物和植物都是生物，都是按生物学规律生长发育，在农业生态系统中能量和物质在动物体内也同在植物体内一样进行转化循环运动，并固定、积累成为动物库。植物库和动物库是贮存使用价值的仓库，是控制管理农业生态系统必须特别重视培育的对象，因为植物库和动物库就是农产品的产量，是人类所需要的使用价值。

在农业生态系统中属于潜在使用价值的要素以及它们通过能量转化和物质循环向使用价值转化的途径如图2所示。

农业生态系统创造使用价值之后，尚要经过一段流通过程才能到达消费者手中。现代商品流通受运输、加工、贮藏、金融、价格和市场机制等许多复杂因素的影响。而农产品多属易腐性，在流通过程难免有失。虽然这是农业生态系统以外另一领域的问题，但在流通过程经常大量损耗使用价值，则在经济再生产时对农业生态系统补充必要的能量与物质就有困难。长期如此。就影响系统不能维持。因此，农业现代化要求农产品流通也要现代化。

四、商品交换是造成农业生态系统间能量和物质输出及输入的重要原因

在原始社会，由于经济不发达，交通不便，人类的生产和生活方式均很落后。当时是自给自足经济，即使有物物交换，但也只限于就近范围。所以农产品也只在就近地方流通。这就是说农产品都在一定地区的农业生态系统内流通，离开本系统运到较远地区的另一个农业生态系统进行交换的为数极少。因此，在原始自给自足经济中，能量和物质几乎全部都在农业生态系统内转化和循环。人类除按当时的科学技术水平与经济能力对农业生态系统进行低级的控制和管理外，人类本身也同其他动物一样参与系统中的能量转化和物质循环。

由于世界各国、各地的自然资源不同，经济、社会和政治情况各异，随着社会发展，造成生产上的地区分工，各地都根据各自的条件，生产成本最低，产量最高，质量最好的产品。这是任何社会形态必须遵循的经济规律，既有生产上的分工，就必然有商

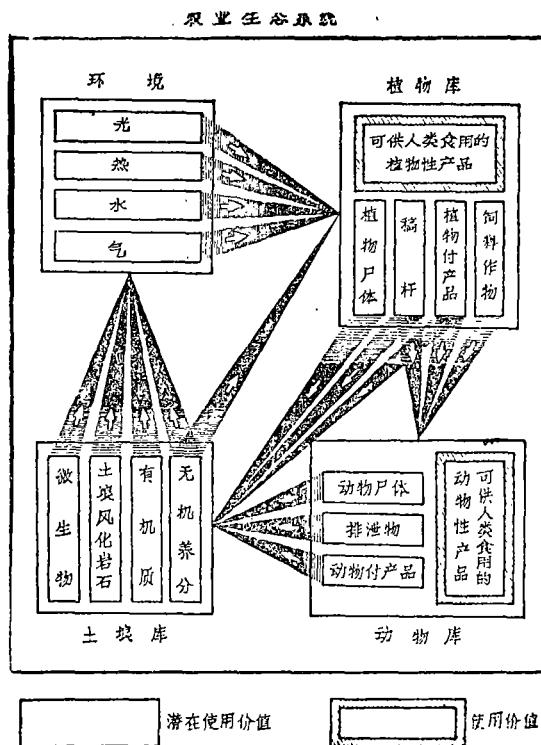


图2 农业生态系统中潜在使用价值的循环与使用价值的形成

品交换。现代农业生产，其产品有相当一部分不是在当地，即不是在生产这些农产品的农场或生产队消费的，而是作为商品运销到其他地方，经济越发达的国家和地区，农产品的商品率就越高，在经济发达国家的专业化农场，其产品几乎全部都是商品化；而且销售市场不限于本国，国际农产品贸易额与日俱增，农产品在世界范围的交易日益频繁。

按照马克思的观点，商品是有两重性的，一方面它有价值，另一方面有使用价值。商品的价值是由生产它的社会必要劳动量所决定的，正因为商品有价值才能进行交换。商品的使用价值也随着商品交换而流通。

农业生态系统是在一定范围的地域内建立起来的。即使它的范围很大，甚至将一个国家的范围作为一个农业生态系统（在面积较大的国家这是不现实的），也不能限制农产品作为商品流出系统之外。所以在现实的商品交换的社会里，农产品是广泛和频繁地在各地进行交换的。而农产品是在农业生态系统内由能量转化与物质循环而生产出来的，农产品本身就贮存着一定数量的能量和物质。农产品作为商品流出本农业生态系统之外，也就是将一定数量的能量与物质输出系统之外，一般输往其他农业生态系统、工业系统和城镇系统；农产品外流越多，能量与物质输出就越多。在进行经济再生产之时，如果不从系统之外，即从其他农业生态系统、城镇和工业系统输入相应数量的能量与物质。农业生态系统就会失去平衡。这种不平衡主要表现在可供微生物分解的有机物质减少了，因而土壤库中的养分下降，可供绿色植物吸收的无机养分也随着减少，能量转化和物质循环的功能就受到影响。这种情况在自然生态系统很少发生，但在商品生产为主的农业生态系统则是必然的现象。所以输入适当数量的能量和物质，以保持农业生态系统的平衡，是人类管理和控制的重要措施（Odum，1971）。输入能量和物质最常用的方法有如下几种：①对土壤施用各种有机和无机肥料，使土壤壤库的收支平衡；②对植物进行根外追肥，以促进农作物生长；③对植物施用农药，控制病虫害使农作物正常发育；④对动物输入各种饲料，特别是以饲养家畜家禽、养鱼或饲养其他动物为主的生产单位，输入商品饲料是不可避免的；⑤对动物给予各种预防或治疗疾病的药物；⑥为耕作及生产过程中运输、抽水、喷药等工作所消耗的石化能源或电力。至于输入能量和物质的数量种类、时间、方法等因素如何才合乎经济原则，即既不致浪费，又不影响农业生态系统的功能，则必须借助农业科学技术与农业技术经济知识，按具体情况作出决定，这也是经济和技术相结合的重要方面。

农产品的商品化，使能量与物质的循环运动不能局限在一个农业生态系统之内，而扩大到系统与系统之间，甚至农业与工业之间形成错综复杂的交流。我们认识农业生态系统这一经济特性，就可以按农产品输出的质和量计算或测定能量与物质外流情况，作合理的输入补充，以保持其收支平衡和维持农业生态系统的生产能力。

参 考 文 献

- [1] 徐风翔，1982，《森林生态系统与人类》27—62，中国林业出版社。
- [2] C · W · Howe，1979，Natural Resource Economics

- [3] R.F.Dasmann & J.P.Milton, 1978, Ecological Principles for Economic Development.
- [4] R.L.Smith, 1977, Elements of Ecology and Field Biology.
- [5] E.P.Odum, 1971, Fundamentals of Ecology.
- [6] A.L.Rae, 1977, Crop Management Economics.
- [7] D.W.Norman and R.W.Palmer-Jones, 1977, Economic Methodology For Assessing Cropping System, IRRI.

A TENTATIVE DISCUSSION ON THE AGO-ECOSYSTEM IN TERMS OF ECONOMICS

Chen Deahyuen

(Department of Agriculture Economics)

ABSTRACT

The following aspects of agro-ecosystem are being studied in terms of economics :
(1) Agro-ecosystem is the result of human economic activities with a definite economic goal. After the formation of agro-ecosystem, it is unable to exist without continued human assistance or interference. (2) The function of agro-ecosystem is determined by human economic behavior. Various measures are being employed to control or interfere with the natural environment, plants, animals, and microbes so as to ameliorate the function of the agro-ecosystem. (3) The economic result of energy transformation and material cycle is to create use value. The divers factors and elements within the agro-ecosystem can be referred as potential use values which move synchronously with energy flow and material flow. When the potential use values are gradually accumulated to a certain degree, they will be transformed into use values that can satisfy human wants. (4) The exchange of commodities is the major cause for the output and input of energy and material between agro-ecosystems. As the energy and material go out together with the commodities from the original agro-ecosystem the need for an input of proper amount of energy and material by suitable way is unavoidable. The complements maintain the balance of output and input in order to allow the agro-ecosystem to play its role continuously in the future economic reproduction.