

利用卫星数据研究土地利用

—与中国农业科学院农业资源与农业区划研究所的合作研究—

内田谕

国际农林水产业研究中心

1. 前言

关于土地利用这一概念，在特定的地点几乎不会产生变化，但是一般来说，在广阔的空间里会随着时间的推移产生变化。从农业土地利用的角度来看，某种农作物的种植区域会逐年改变，在掌握这一状况的基础上，能够分析土地、水等资源是否可持续利用；粮食生产是否满足需求等问题。另一方面，土地利用状况在空间上是不均等的，并且仅通过在地面上的测量和观察来覆盖广阔的区域是有所局限的。因此，有效利用卫星数据可以认为是分析种植情况的一种手段。特别是在作为粮食作物主要生产国和消费国的中国，人们对这项技术寄予厚望。中国农业科学院在 20 世纪 90 年代推进卫星数据有效利用的背景下，在和国际农研的合作研究框架中，制定了利用该技术的课题。我作为国际农研的负责人参与了合作研究。本文将介绍合作研究的概要和成果。此外，一部分研究成果已作为书籍出版，列于参考文献中。

2. 合作研究的概要

过去国际农研和中国研究机构的合作研究都是围绕个别主题展开的，后来转变为由多学科的研究人员共同参与策划，研究目的广泛的综合性项目。1998 年启动了题为“中国主要粮食资源的可持续生产以及高度利用技术的开发”的综合性项目。该项目的其中一个课题“利用地理情报系统开发农业环境变动评价技术”，是由我负责的。希望通过本课题，开发能够有效利用卫星遥感数据，掌握主要作物种植情况及大范围变动情况的技术。项目开始时，以中国农业科学院下属单位农业资源与农业区划研究所（区划研）为主导，在卫星信息和地理信息在农业领域的有效利用上，为了掌握主要作物种植、生产的实际情况，积极调整相关设施和条件。与此同时，公派研究人员赴外留学、启用年轻研究人员、导入卫星接收系统等得以实施。

在本期项目中，我们选取了华北平原的冬小麦种植作为研究对象。北京位于华北平原北部。在该平原形成了具有代表性的冬小麦夏玉米种植模式。小麦在中国是最重要的可食用作物之一。由于城市化等原因造成土地利用转换和缺水问题，对小麦的种植面积造成很大影响。然而过去缺乏能够迅速且客观地掌握每年种植、生产动向的手段。因此，利用卫星数据进行技术开发备受关注。在本项目中，利用分辨冬小麦种植区域的方法和不同时期的数据，开发了能够解析土地动态变化的技术。

上述项目于 2003 年结束，紧接着在 2004 年开展了题为“开发适应中国粮食生产和市场波动的稳定供应系统”的综合项目，与区划研一同研究卫星数据利用技术的强化。在该项目中，我们进一步推进了上一期的开发技术，并将研究对象扩大到黑龙江省的水稻种植。黑龙江省处于可以种植水稻的最北部，天气较为寒冷，虽然容易对水稻造成低温灾害，但是作为优质水稻生产地，近年黑龙江省水稻种植面积不断扩大。对于整个项目而言，目的是开发一

个有助于对低温灾害进行早期预警的系统。该项目的开发需要稻田种植的空间分布和逐年变化情况的相关信息，因此通过有效利用卫星数据来辅助研究活动。

在两次合作研究中，提高年轻研究人员的能力是其中一项工作重点，我们组织召开了相关的研讨会，邀请年轻研究人员来日等活动。在表 1 中记录的是通过邀请项目访日的年轻研究人员名单以及他们的研究课题。在访问期间，他们参加国内学术会议，和其他访日研究人员、日本国内相关研究人员进行交流，一方面提升了研究能力，一方面拓宽了他们的研究思路。

表 1 来日研究人员实际成果

合作研究人员	时间	研究课题
Liu Jia	Jul. 22 - Oct. 19, 1999	Land Use/Cover Change Analysis in the Suburban Agricultural Area of Beijing Using Multi-temporal Landsat TM Data and GIS
Chen Zhongxin	Sep. 4 - Dec. 1, 2000	Estimating Winter Wheat Acreage Using Remotely Sensed Imagery with Sub-pixel Classification Algorithm
Yang Peng	Sep. 26 - Dec. 8, 2001	The Use of Linear Spectral Unmixing Model for Improving Estimation Accuracy of Winter Wheat Acreage
Wu Wenbin	Aug. 8 - Oct. 28, 2005	Study on Winter Wheat Sown Area Change Detection Using Multi-temporal NDVI Data Derived from Landsat TM Images
Zou Jinqiu	Oct. 24 - Dec. 21, 2005	Study on the Method of Extracting Winter Wheat Sown Area with Terra/MODIS and its Accuracy Analysis
He Yingbin	Sep. 25 - Dec. 15, 2006	Study on Effect of Cold Damage on Rice Yield Based on TERRA/MODIS and TM

3. 利用卫星数据开发掌握主要农作物种植情况的技术

1) 华北平原冬小麦种植

华北平原是中国华北地区广阔的冲积平原，也是主要的粮食生产区。华北平原的农作物种植一般为一年两茬，分别是在深秋播种、春季后半期丰收的冬小麦和夏季种植的玉米。小麦是中国主要粮食作物的一种，然而近年由于城市土地利用的扩大和水资源缺乏等问题造成华北平原耕作条件受到限制，种植面积有所变化。于是，在使用空间分解率达到 30 米的 Landsat/TM/ETM+数据使得区分冬小麦种植区域成为可能的条件下，通过对每年地表覆盖情况的调查，发现 4 到 5 月间冬小麦所造成的植被活动比其他土地利用条件下更为活跃，从该时期通过数据得到的土地覆盖分类中更容易抽取关于冬小麦种植区域的有关信息。

为了验证种植面积精确度，可以参考图 1。图 1 是北京市顺义区冬小麦种植面积率和统计值的比较。统计值显示，从 1995 年到 1999 年间基本没有发生变化，可能是因为这几年间直接引用了上一年的数据，观察时立即获得结果一点确认了利用卫星数据的有效性。另外通过叠加多年的卫星数据信息，可以掌握种植区域变化的详细情况。图 2 是将 2000 年、2001 年和 2002 年的植被指数经过彩色合成后获得的图像。可以看到冬小麦种植面积大大减少，图中淡蓝色区域从 2001 年起划为非种植地，蓝色区域从 2002 年起划为非种植地。整体来看可以清楚地发现在此期间种植面积的缩小。

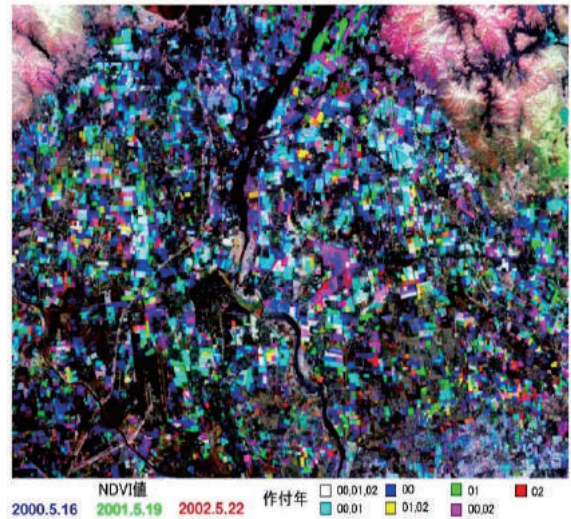
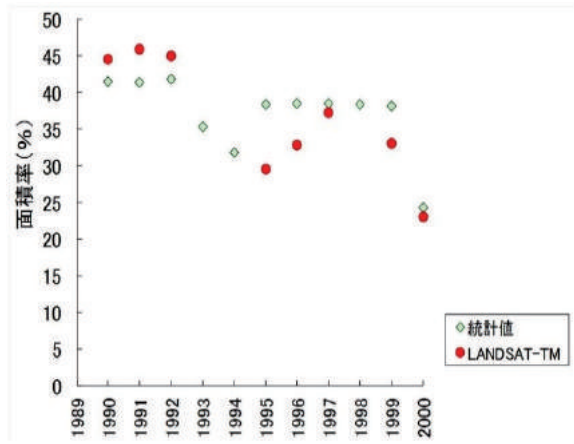


图 1 从卫星中获得的冬小麦种植面积率和统计值的比较（北京市顺义区）

图 2 多年份植被指数彩色合成图所给出的顺义区冬小麦种植面积变化

根据上面提到的 Landsat 数据解析，可以记录下每一片种植区域的情况。然而一旦研究对象变成广阔的华北平原，继续使用该解析会导致数据的缺失，不能获得最佳时期的数据。于是使用空间分辨率约为 1km，观测范围更广频度更高的 NOAA/AVHRR 数据，以五月中旬到六月中旬两个时期的植被指数变化为对象，开发了在像素内估算冬小麦种植面积比的方法，该方法范围更广且没有间隙。图 3 表示的是不同县、区的冬小麦种植面积率。种植面积率较高的县、区呈 Y 字形，Y 字分支的北部西侧是平原上方的山麓地带，东侧沿着黄河左岸，两处地下水资源丰富，都是适合小麦栽培的区域。另外可以清楚地发现在两地之间存在不适合小麦栽培的区域。图 4 是种植面积比及将 1998 年到 2003 年间变化倾向类型化后制成的图。可以发现在适合栽培区域的周边以及大城市近郊有明显的减少倾向。另外，上面提及的顺义区的减少倾向也较为显著。

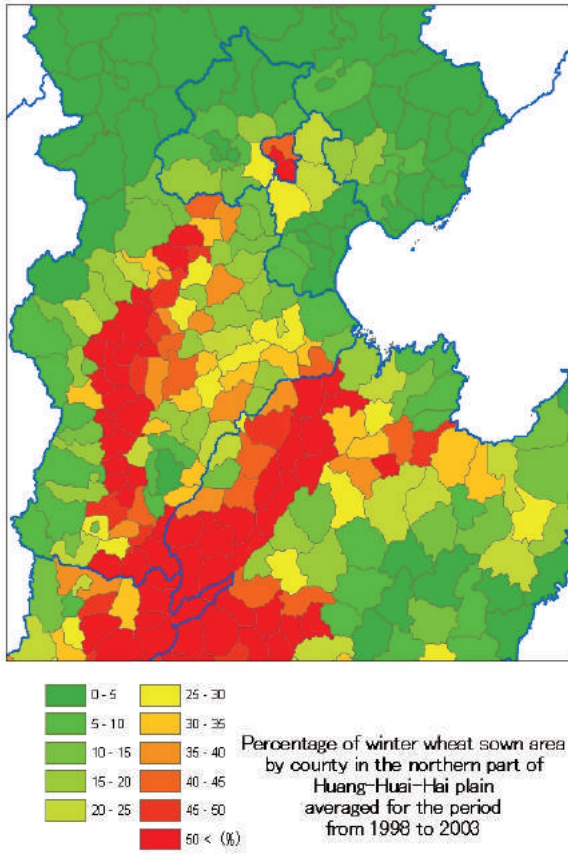


图3 从卫星数据中获得的华北平原冬小麦种植面积比分布(以县、区为单位)

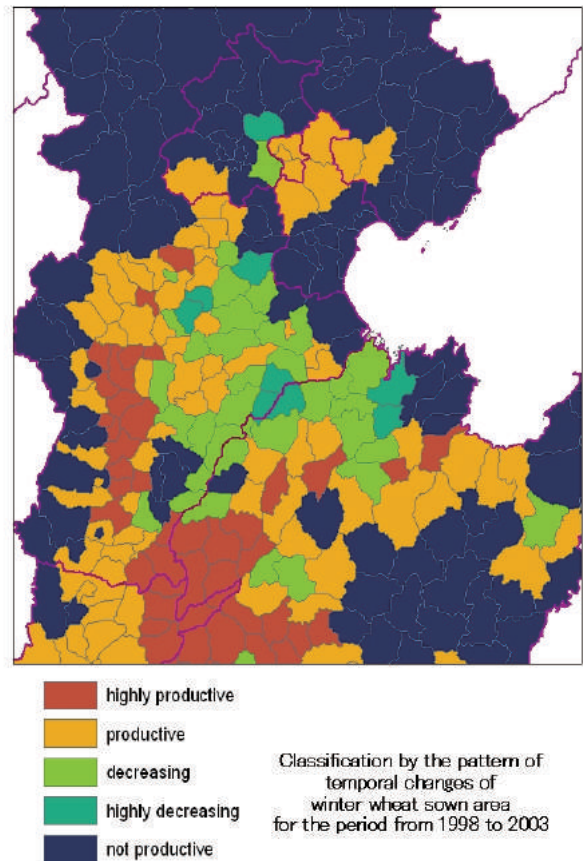


图4 1998年到2003年间冬小麦种植地区变化倾向分类图

2) 黑龙江省水稻种植

黑龙江省位于中国东北部，由于地处高纬度气候寒冷，是重要的粮食作物生产区。自20世纪80年代后半期以来，水稻种植面积迅速增加(图5)，作为优质稻米的生产地稻田开发得以大力推广。另一方面，该地区具有水稻栽培期限受限、存在发生冷害的危险、可利用水

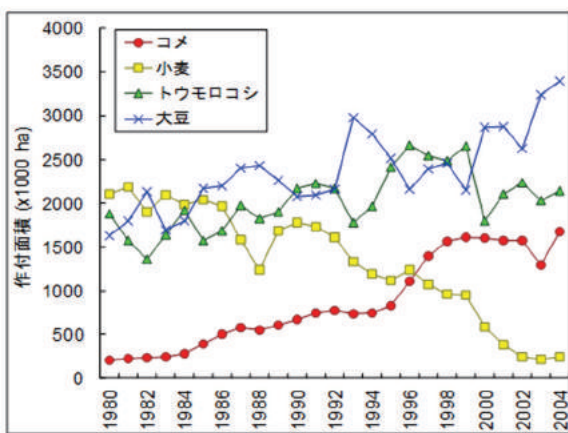


图5 黑龙江省主要农作物种植面积变化图

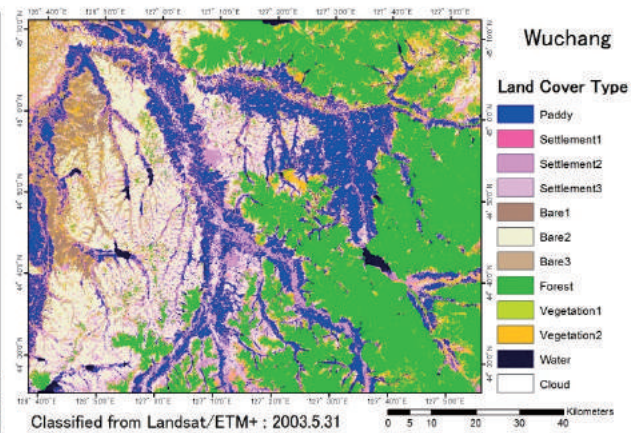


图6 水稻移植期间利用卫星数据所制土地覆盖分类图(五常县)

资源缺乏的特征。因此，开发能够适应气候和农业布局的气象灾害预警系统是十分必要的。但是由于水田开发速度过快，在合作研究开始时，缺乏能够迅速且准确地掌握水田分布情况的手段。

图6是以五常县移植期间的水稻为研究对象，利用Landsat数据制成的土地覆盖分类图，可以判断出在该时期水田处于淹水的状态。然而为了获取全省46万平方千米的分布情况，必须使用观测范围广、可实现高频率观测的卫星数据，因此使用了空间分解率为250米的MODIS数据。和上面提及的华北平原相同，我们开发了一种估算像素内部面积比的方法，以提高面积计算的准确性。这种方法假设了两个条件，一是水稻移植期间将其他旱地当做裸地为前提，二是适用于与黑龙江省一样，气候寒冷条件下的其他地区。

图7是通过MODIS数据制成的黑龙江省水田分布图。水稻种植面积逐年变化，该图表示的是2006年和2007年的种植区域重合后，曾种植过一次及以上的区域（像素面积比高于50%）。稻田广泛分布在东部海拔高度约为60-70米的三江平原。其他则是沿山脚向山谷蔓延的区域，海拔高度约为100~200米。其中一个重要的原因是这些地方容易获得水源。原来的水稻生产区位于山脚，东部三江平原的水田开发在今年得以迅速发展。这一情况可以通过2003年至2007年MODIS数据中获得的水稻种植面积变化中清楚地显示出来（图8）。

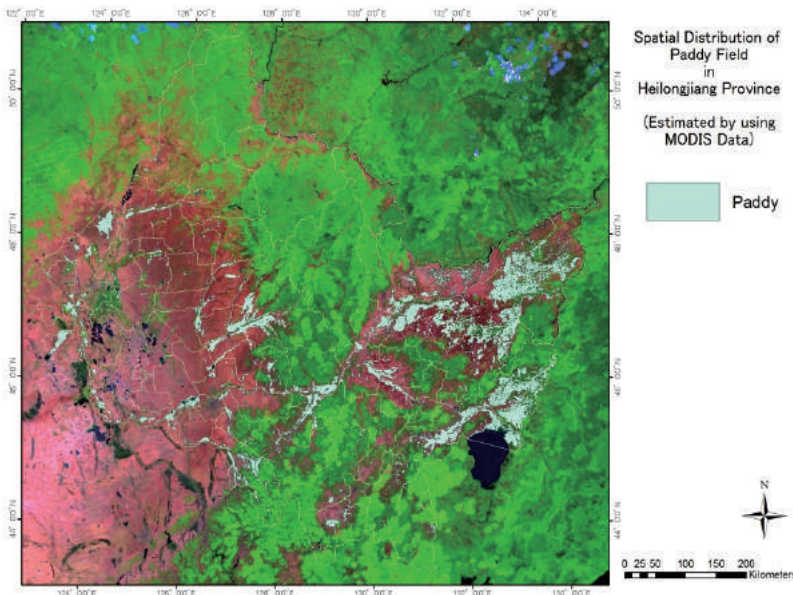


图7 从MODIS数据中提取的黑龙江省稻田分布

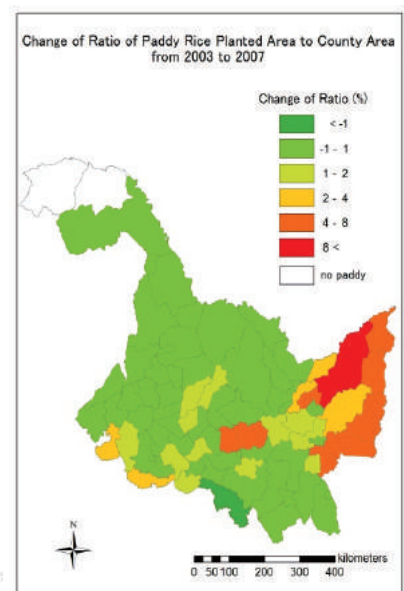


图8 2003年到2007年不同县区水稻种植面积率的变化

4. 结语

和解析卫星数据以及其技术开发有关的合作研究课题在2008年结束，此后研究人员通过研讨会和会议等形式保持交流。另外，有年轻人借这次访日的机会在日本取得学位，可以说本次合作研究在项目目标实现的层面上不仅对研究开发有所贡献，从人才培养的角度来说也是很有意义的。这些年轻的研究人员如今已经成长为核心研究人员和研究管理人员，并且承担了辅导新人的任务。区划研如今已成为中国在农业遥感研究领域的一大据点，提供主要作物种植、生产相关的遥感信息，极大促进了粮食生产和供应稳定。这是国际农研和中国农业科学院长年以来重要的合作研究成果。其中我也参与了一部分研究，在此向相关人士表示

由衷感谢。

参考文献:

- 1 Uchida, S., Y. Chen and G. Saito (2002): Application of Remote Sensing Technology for the Management of Agricultural Resources. *China Agricultural Science and Technology Press*, 268p. (ISBN 7-80167-349-2)
- 2 Uchida, S. (2005): Development of a Method to Analyze Agro-environmental Changes in the Typical Foodcrop Production Area Using Geographic Information System (GIS). *JIRCAS Working Report No.42*, Development of Sustainable Production and Utilization of Major Food Resources in China, Ed. O. Koyama, pp.19-32.
- 3 Uchida, S. (2006): Development of Rapid Mapping Method of Paddy Fields Using Satellite Data Applied to Heilongjiang Province in China. *JIRCAS Working Report No.50*, Development of Early-Warning Systems for Mitigating the Risk Caused by Climate Disasters through Technological Enhancement of Resource Monitoring and Crop-Model Simulation, Ed. S. Uchida and O. Koyama, pp.1-8.