

# 亚太地区环境综合监测的研究方法 ——APEIS 项目研究综述

渡边正孝<sup>1</sup>, 王勤学<sup>1</sup>, 林诚二<sup>1</sup>, 村上正吾<sup>1</sup>,  
刘纪远<sup>2</sup>, 张小雷<sup>3</sup>, 赵新全<sup>4</sup>, 王克林<sup>5</sup>

(1. 日本国立环境研究所, 筑波 305-8506; 2. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101;  
3. 中国科学院新疆地理与生态研究所, 乌鲁木齐 830011; 4. 中国科学院西北高原生物研究所, 西宁 810001;  
5. 中国科学院亚热带农业生态研究所, 长沙 410125)

**摘要:** 为了对亚太地区的环境灾害、环境破坏和环境退化及其影响进行监测和评估, 由日本环境省发起的亚太地区环境革新战略项目 (APEIS) 环境综合监测子项目 (IEM) 自 2001 年开始, 建立了一个以 MODIS 卫星数据和地面观测资料为基础的综合环境监视网络系统。该网络系统起初是由日本国立环境研究所 (NIES) 和中国科学院地理科学与资源研究所 (IGSNRR) 共同合作建成的。之后, 新加坡国立大学和澳大利亚联邦科学产业研究组织 (CSIRO) 地球观测中心也正式宣布加入, 该系统覆盖整个亚太地区。美国宇航局 (NASA) 提供了一套 MODIS 的高级数据产品, 然而, 这些产品没能在亚洲地区利用当地的实测资料进行充分地比较和验证。APEIS 项目旨在提供利用该地区精确地面观测数据进行了比较验证的高质量数据集。利用该数据集可以推导出水分亏缺指数、沙尘暴指数、地表面温度、土地覆盖变化, 以及净第一性生产量等一系列生态环境指标, 从而对环境破坏、环境退化和生态脆弱区进行长期有效的监测。为了评价水资源、食物生产等生态系所提供的产品与服务的现状和变化特征, 本研究还开发了一个可利用 MODIS 数据的流域环境综合管理模型。该模型已经被用于对流域规模的水、热、碳循环、泥沙转移以及农业生产等生态要素的模拟和评估, 并利用高精度的观测资料对其进行验证。利用该模式可以对流域生态系统所提供的产品与服务的有效利用, 以及流域的可持续发展提供一系列战略性的政策选项。

**关键词:** 亚太地区; 环境监测; MODIS; 流域环境管理模型; 环境灾害; 环境退化

## 1 背景和目的

1992 年在巴西首都里约热内卢召开的以“环境与发展”为主题, 由世界各国首脑参

收稿日期: 2003-09-09; 修订日期: 2003-10-30

基金项目: 亚洲太平洋地区环境创新战略项目环境综合监测子课题 [Foundation Item: Integrated Environmental Monitoring (IEM) Subproject, the Asia-Pacific Environmental Innovation Strategy Project (APEIS)]  
<http://www.ecoasia.org/APEIS/>

作者简介: 渡边正孝, 1945 年生于日本京都。1970 年获京都大学工学硕士, 1975 年获美国麻省理工大学博士学位。曾先后工作和研究于美国麻省理工大学土木工程学系, 国际应用系统分析研究所和日本京都大学等。现任日本国立环境研究所水土圈环境研究领域长。1994 年以来, 他曾 20 多次组织日本学者访华, 与中国科学院、国家海洋局、长江水利委员会、长江水资源保护局、南京水利水电研究院、华东师范大学等单位进行合作研究。他还先后培养了十多名来自中国的博士后, 并邀请了 20 多个各种层次的学术交流团访问日本。在他的积极努力下, 以中日两国科学家为中心、亚太许多国家参加的“亚洲太平洋地区环境创新战略(APEIS)项目”于 2001 年正式启动了。该项目在新疆阜康建设了地球观测卫星接收站和处理中心, 同时在森林、沙漠、草原、农田等代表性地点设立了地面生态站。因他在中日两国环境领域合作研究的卓越成就, 得到了有关部门的高度重视。他于 2003 年获得了新疆维吾尔自治区政府颁发的“中国天山奖”。

E-mail: masawata@nies.go.jp

加的地球高峰会议上，讨论通过了《21世纪议程》的行动纲领<sup>[1]</sup>。这一举措激发了世界各国的政府与非政府组织、各种国际组织和有关机构加强合作，共同面对全球环境问题的热情。然而，10年后，当以“可持续发展”为主题的世界高峰会议在南非再次举行的时候，环境退化的恶性循环和贫穷化的不断加剧，使实现可持续发展的理想变得更加遥远。今天的世界比以往任何时候都更需要找到如何实现可持续发展的途径<sup>[2]</sup>。

占全球人口约60%的亚太地区，形势更为严峻。这里正经历着区域经济的迅速发展和人口的急剧增长。许多国家还都处在经济成长的不同阶段，各种问题和矛盾同时存在。譬如，工业污染对人类健康的冲击，对自然资源的不断攫取引起了土地沙漠化、水土流失和环境退化，城市化引起的各种污染增加，温室气体的大量排放等一系列环境问题。要解决这些问题，迫切需要一套实现可持续发展的明确方针和具体行动计划。为实现这一个目标，自1993以来由ECO-ASIA (Environment Congress for Asia and the Pacific)发起的长期发展计划(LTPP)<sup>[3]</sup>，为亚太地区的决策者提供了一系列如何制定持续发展政策的科学研究成果。这些成果曾在2001年10月在日本东京召开的亚太地区环境与发展大会上做了充分的报道和讨论。参会者一致通过了LTPP的研究报告，并期望LTPP继续开展活动，为此，代表们提议设置了新一期的研究项目—亚太地区环境革新战略项目(APEIS)。该项目主要由日本环境省资助，亚太地区各国的相关研究机构参加。作为日本环境方面的重大研究项目之一，APEIS的初步研究成果在2002年南非召开的地球高峰会议上得以展示(<http://www.ecoasia.org/APEIS/index.html>)。

APEIS是由综合环境监测系统(IEM)、综合环境评估系统(IEA)和环境革新与战略决策研究(RISPO)等3个子项目组成。该项目主要由日本国立环境研究所(NIES)和地球环境战略研究机构(IGES)具体负责实施，并与包括联合国千年生态系统评估计划(The Millennium Ecosystem Assessment, MA计划)、亚洲开发银行(ADB)和联合国环境规划署(UNEP)等国际机构、以及亚太各国的环境研究和管理机构进行合作。其中，亚太地区全球变化研究网络(APN)是APEIS有关网络建设和合作交流方面强有力的合作伙伴。

关于APEIS的基本理念，2002年5月在印尼巴厘岛召开的世界高峰会议(WSSD)第四小组预备委员会上起草的《关于可持续发展的世界高峰会议实施草案》中有过阐述：通过国际合作，协助发展中国家提高环境保护和管理能力，并贯彻到各自国家的政策制定和实施中去。具体来讲：(1)促进各国在环境监测、模型评估、建立正确的数据库和综合信息服务系统方面对科学技术的应用程度；(2)增强各国利用卫星遥感技术的能力，利用地面观测与遥感数据相结合的手段，得到高质量、高精度和长期可靠的科学数据。

为了要达成上述目的，作为子项目之一的IEM，自2001年开始启动以来，就致力于建立和发展一个综合性环境监测系统，以用于对亚太地区发生的自然灾害和环境退化现象进行监测、评估和模拟<sup>[4]</sup>。该系统主要用于接收搭载于EOS-Terra/Aqua地球观测卫星上的MODIS(Moderate Resolution Imaging Spectrometer)传感器所观测的数据，并取得相应的地面观测数据。监测系统的硬件部分包括建设人造卫星数据接收站，数据分析中心以及在各种不同生态系统中建设地面生态观测站。软件部分则包括开发一系列能描述环境退化的指标体系和一个同化了MODIS数据的综合性流域环境管理模型。该模型已经被用于对流域规模的水、热、碳循环、泥沙转移以及农业生产量等生态要素的模拟和评估。最后，利用该模式可以对流域生态系统所提供的产品和服务的有效利用，以及流域的可持续发展提供一系列战略性的政策选项。

## 2 思路与框架

本项目的研究思路和框架主要借鉴了联合国千年生态系统评估计划 (MA) 的有关内容。众所周知, MA 是由联合国环境规划署、开发计划署、世界银行、世界资源研究所等机构和生物多样性公约、防止荒漠化公约、湿地公约等组织共同发起, 于 2001 年世界环境日 (6 月 5 日) 正式启动的一项国际性大型研究计划。其宗旨是为实现可持续发展而改善人类对生态系统的管理能力<sup>⑨</sup>。MA 的主要任务包括: 加强对生态系统和其提供的产品与服务之间关系的理解; 加强全球、区域、国家和地方机构对生态系统进行综合评估的能力建设; 通过科学地使用信息, 加强国际组织对生态环境的认识, 改善国家政府的有关环境决策; 支持区域、国家与地方的综合评估, 加强其政策制定的能力建设; 通过提供和交换评论意见和信息资料, 增强社会大众促进可持续发展的努力; 增加激励机制和信息服务, 引导私营部门行为的转变; 开展方法研究, 进行部门交叉评估和不同尺度信息的有效集成。

MA 的研究思路与步骤大体可分为 3 步: ① 对生态系统的现状进行评估, 以了解人们对各区域生态系统的利用情况以及人类给生态系统造成的影响, 阐明生态系统的现状与变化规律; ② 预测今后几十年中在人口增加、经济增长、技术进步以及气候变化等驱动力的作用下生态系统的未来变化情景, 以及生态系统的未来变化对经济发展和人类健康造成的影响; ③ 为有效地管理生态系统提供各类产品和服务的功能, 提出改进生态系统管理工作应采取的各种对策。根据上述 MA 的研究思路, IEM 则立足于以流域为单位的生态系统的综合评估与管理框架 (图 1), 制定了其独特的研究步骤和方法:

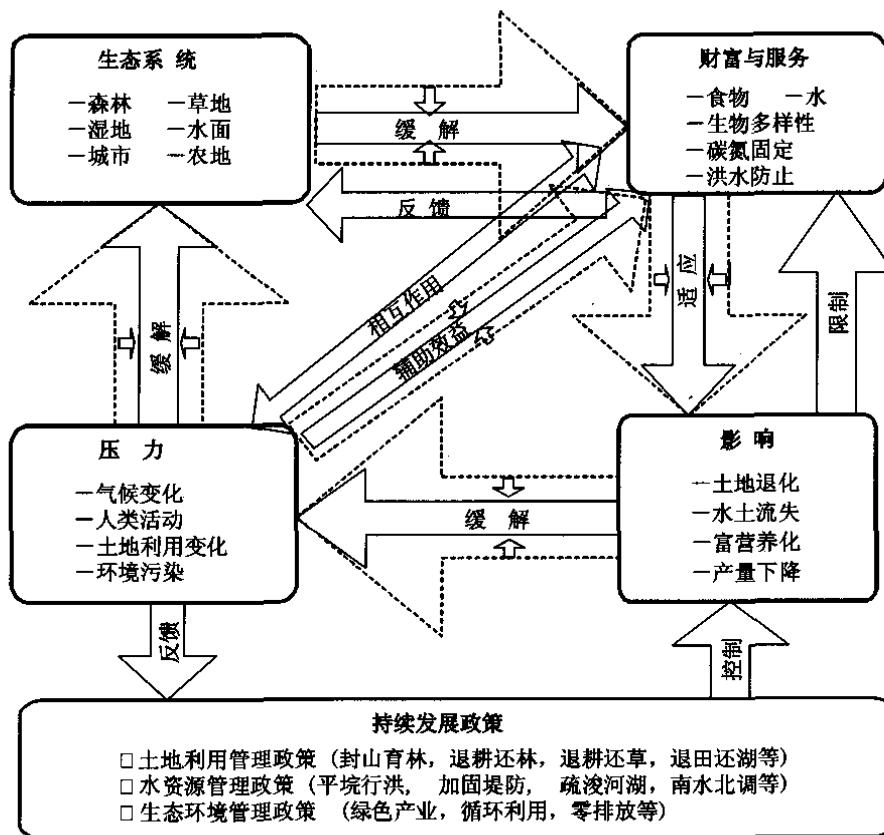


图 1 生态系统综合评估与管理的思想方法

Fig. 1 Conception of Ecosystem Assessment and Management

- (1) 流域生态系统及生存环境质量的监测：建立综合环境监测网络，取得系统的数据，把握生态系统和生存环境质量的现状及其动态变化特征与规律；
- (2) 流域信息系统的建立和完善：通过对与流域生态系统相关的各项信息的收集、监测、分析与管理等工作，逐步建立完善的流域信息管理系统；
- (3) 流域生态系统的变迁机理的解明：通过所取得的系统监测数据和建立的信息系统，了解人们对流域生态系统的利用情况以及人类活动给生态系统造成的影响，分析生态系统与生存环境之间的依存关系，从而阐明生态系统的变迁机理；
- (4) 流域环境管理模型的开发：以流域生态系统为主要保护目标，明确管理的范围、内容、指标和技术等，并在上述研究成果的基础上，建立流域的动态环境管理模型。依次来预测今后几十年中在人口增加、经济增长、以及气候变化等驱动力的作用下生态系统的未来变化情景，以及生态系统的未来变化对经济发展和人类健康造成的影响；
- (5) 流域环境管理的政策选项：根据模型的预测结果，为有效地管理流域生态系统提供各类产品和服务的功能，提出改进流域生态系统管理工作应采取的各种对策。其中包括流域内自然生态系统的修复方案和修复技术的开发，以及推广施行与自然共生的循环型社会经济体制等。

### 3 研究内容

#### 3.1 综合环境监测系统的建设

IEM 是由日本国立环境研究所与中国科学院地理科学与资源研究所共同发起，中国科学院新疆地理与生态研究所、西北高原生物研究所和亚热带农业研究所，国立新加坡大学以及澳大利亚联邦科学与工业研究组织 (CSIRO) 地球观测中心等 8 家单位的数十名科学家共同参加的。IEM 的主要目的是对不同类型的生态系统进行长期监测和模拟，为亚太地区有关持续发展的研究提供基础数据和依据。该课题首先在北京和新疆建立了 MODIS 卫星数据接收站；之后，新加坡国立大学和 CSIRO 地球观测中心的 MODIS 卫星数据接收站也宣布加入该网络系统。同时，IEM 还在山东禹城（灌溉农田）、湖南桃源（水田）、江西千烟洲（森林）、青海海北（草原）和新疆阜康（荒漠）等不同的生态系统建立了地面生态监测系统。除此之外，在 NIES 和 IGSNRR 还分别建立了综合数据分析中心，储存着包括各种卫星遥感数据、GIS 数据以及地面生态观测数据等组成的数据库。

**3.1.1 MODIS 卫星数据接受系统** MODIS 是搭载在地球观测卫星 (EOS-Terra/Aqua) 上的传感器，它可以每 1~2 天对整个地球表面观测 1 次。在波长 0.405~14.385 μm 之间可获取 3 种空间分辨率的 36 个

图 2 APEIS 综合环境监测系统 (IEM)  
Fig. 2 APEIS Integrated Environmental Monitoring System

波段的数据<sup>[6]</sup>。北京 MODIS 卫星数据接收站于 2001 年 2 月建成, 新疆接收站则于 2002 年 4 月建成。两站可分别接收每日数次的覆盖包括中国、日本、蒙古、韩国和西亚等亚太地区大部分国家和地区的数据。两站接收的数据被分别传送到 IGSNRR 和 NIES 的数据分中心进行高级产品的处理。随着新加坡国立大学和澳大利亚联邦科学与工业研究组织(CSIRO)的参加, 使得该网络系统能接收到几乎覆盖整个亚洲太平洋地区的卫星和地面观测数据(图 2)。

**3.1.2 不同生态系统的地面观测系统** 为了对 MODIS 数据进行验证, 自 2002 年春天以来, 我们在代表中国不同生态系统的 5 个站点: 山东禹城(灌溉农田)、湖南桃源(水田)、江西千烟洲(森林)、青海海北(草原)和新疆阜康(荒漠)建设了地面生态观测系统, 进行了以水、热和 CO<sub>2</sub> 通量为中心的各项生态要素的观测。这些 APEIS 项目站点称为 APEIS-FLUX 观测网(图 2)。

APEIS-FLUX 是一个实时的监控系统。我们可以在地球上任何地方通过卫星电话系统对观测系统进行遥控和下载数据。观测数据包括由涡度相关法观测的三维风向和风速、潜热、感热和 CO<sub>2</sub> 通量、以及包括气温、湿度、太阳辐射、净辐射、蒸发散等一系列微气象观测值; 土壤方面的观测值, 包括不同土层的温度和湿度、土壤质地、有机质含量以及盐碱度; 植被方面包括叶面积指数、气孔阻力、光合速率、地上和地下生物量以及根系密度等; 最后, 对地下水位及其含盐量也进行了观测。这些数据除了被用于对 MODIS 数据的比较和验证以外, 还可以被用于生态系统评估模型的输入数据和对模型模拟结果的检验。

**3.1.3 MODIS 数据处理系统** 各站接收的 MODIS 数据被传送到 NIES 数据分析中心

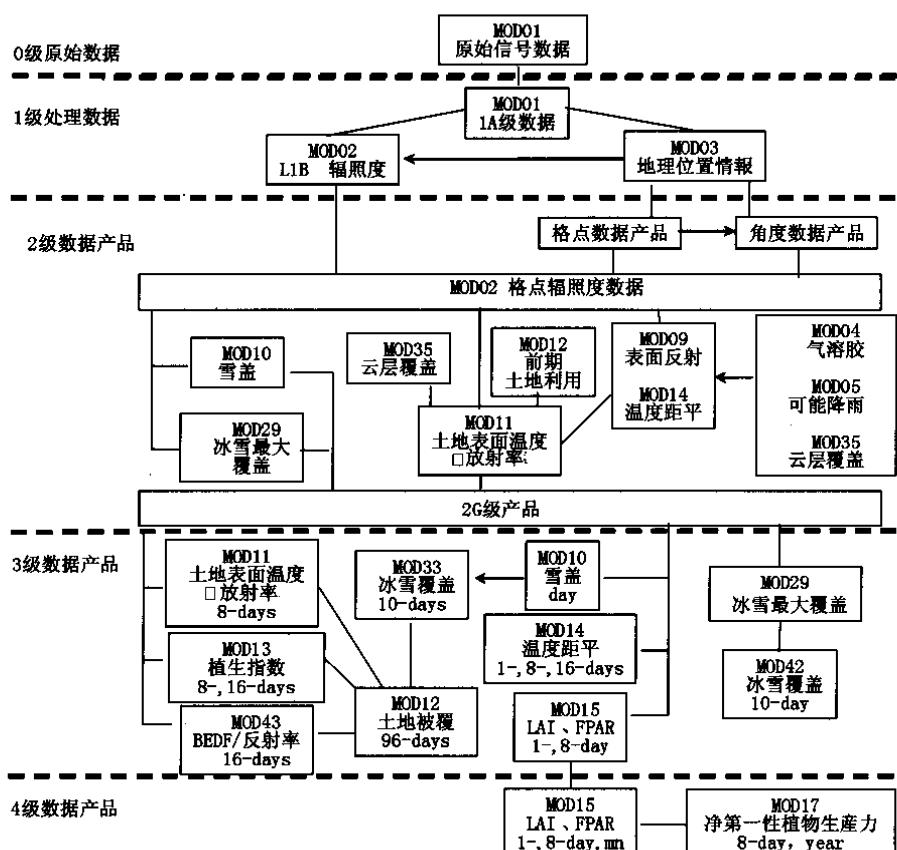


图 3 NIES 数据处理中心的 MODIS 数据处理系统的步骤

Fig. 3 Step of MODIS data processing system in NIES Data Center

图 4 亚太地区的 MODIS 高级数据产品例图 (2001 年 7 月)

Fig. 4 Example maps of MODIS high-level products in the Asia-Pacific Region (July, 2001)

进行高级产品的处理。该中心引进和改良了美国宇航局 (NASA) 开发的 MODIS 高级产品的处理系统, 其处理过程如图 3 所示<sup>[6]</sup>。该中心目前可以处理如下产品: MOD09- 地表反射率; MOD11- 地表温度和放射率; MOD12- 土地覆盖; MOD13- 植被指数 (NDVI、EVI); MOD14- 温度异常、火灾及生物量的燃烧; MOD15- 叶面积指数 (LAI) 及光和有效辐射中植被的吸收率 (FPAR); MOD17- 光合速率和植被第一性生产力 (NPP)。图 4 给出了被处理的上述成果的例图。

### 3.2 对自然灾害和环境退化的监测

在亚洲许多地区, 环境退化在逐日加剧, 并由此造成频繁而严重的自然灾害。譬如, 由于过度开垦、过度放牧和对水资源的不合理利用等人类活动的影响而造成的沙漠化和草场退化日趋严重。同时, 每年春天发生的沙尘暴近几年又有明显的增加趋势。而且, 其规模和造成的损失也显著增加。IEM 可直接用于监测各种自然和人为灾害, 如沙尘暴、大气和水污染、洪水、海洋污染、火灾、溢出、地震等等。同时, IEM 将通过开发一系列环境指数, 如大气气溶胶、雪盖面积指数、沙化面积指数、植被指数及水分亏缺指数<sup>[7]</sup>等, 对环境退化的进行长期监测。

### 3.3 对土地覆盖及其变化的监测

土地覆盖及其因人类活动或自然原因而引起的土地覆盖变化, 在地球生态系统中的气候生物地球化学循环中扮演一个主要的角色。同时, 土地覆盖类型在生态系统中也是代表植物光合作用能力、冠层阻抗、最大的光合作用速率等生态功能的一个重要参数<sup>[8]</sup>。MODIS 有关土地覆盖的科学数据产品包括土地覆盖类型和土地覆盖的动态变化。利用这些产品可以定量监测植被覆盖的时空变化。其中土地覆盖类型采用国际地图与生物圈

(IGBP)的划分方案。土地覆盖的动态变化产品则提供土地覆盖的矢量变化以反映植物的物候特性。本项目已引进和开发了可以处理每3个月的MODIS土地覆盖数据产品的软件系统，依次可以长期而连续的对土地覆盖及其变化进行监测和研究。

### 3.4 对区域土壤水分的监测与模拟

土壤水分在土壤-植被-大气连续体中扮演着重要的角色，它也是农作物产量的决定性因素。然而，地表面特性的巨大差异使这一要素的估算极为困难<sup>[9][10]</sup>。目前，有关土壤水分的研究大都集中在点上的观测数据分析和生物物理学的机制模型上，但是如何从点扩展到面一直是一个研究难题。为解决这一

难题，IEM 在海北站设计了一套面上的观测模式（图5），配合 MODIS 数据产品和地表面过程模拟模型，将为解决这一科学难题提供了可能性。

### 3.5 对区域生态系统的水、热和碳通量/循环过程的监测与研究

通过对陆地生态系统的水、热和碳通量/循环过程的综合观测、得到高精度的生态系统观测数据，以此对 MODIS 高级数据产品进行比较和验证，从而得到区域的高质量、高精度、长期而连续的生态要素数据库。利用该数据库，本项目将试图阐明不同陆地生态系统类型（森林、草地、旱地、水田和荒漠）水、热和碳循环过程的生物物理机理与过程特征。其次，基于土地利用、土壤类型及社会经济等方面的 GIS 数据，阐明陆地生态系统中水、热和碳循环的自然和人为因素的驱动机制。最后，利用生态系统模型方法评估和预测未来气候变化，土地利用/覆盖变化以及人类生产活动对水热通量及碳循环的可能影响。

### 3.6 流域生态系统功能及其可持续性的模拟

随着全球经济一体化的不断深入，制定大区域环境管理的政策和决策方案就显得非常重要。典型问题包括对全球变化和人类活动的影响评估及其缓减措施的制定，大流域水资源的合理配置以及农业生产活动对生态系统的影响评估等。本项目开发了一个同化了 MODIS 数据的流域生态系统评估模型，用于对流域水循环、生物化学过程及生态功能的模拟和评价，最终将用于流域的可持续发展政策的制定中去（图6）。它不仅能模拟如气候变化和水土流失等环境要素的变化对流域内农作物产量的影响，同时也可以模拟流域内耕作制度的改变，土地利用和管理方式的改变对环境的影响<sup>[12,13]</sup>。

图 6 流域环境综合研究示意图

Fig. 6 Diagram showing a catchment-based integrated environmental study

## 4 成果及展望

该项目从启动以来的短短两年内取得了如下的初步成果：

(1) 在新疆和北京建立了 MODIS 卫星数据接收站之后，又有新加坡国立大学和澳大利亚联邦科学产业研究组织地球观测中心的正式加盟，形成了一个可以覆盖整个亚太地区的卫星监测网络系统。

(2) 在中国山东(灌溉农田)、湖南(水田)、江西(森林)、青海(草原)和新疆(荒漠)等不同的生态系统区建立了地面生态监测系统。该地面系统所观测的数据不仅可以被用来对 MODIS 数据的比较和验证，还可以作为生态系统评估模型的输入参数和对模型模拟结果的检验数据。

(3) 分别在日本国立环境研究所与中国科学院地理科学与资源研究所建立了数据分析中心。并引进和改进了美国宇航局(NASA)开发的一套 MODIS 高级数据产品的处理系统。利用这一处理系统和上述的地面生态监测系统所观测的精确的地面资料对 MODIS 处理程序进行修正，从而可提供惟一利用亚太地区精确地面观测数据进行了比较验证的高质量的 MODIS 数据集。接着，利用该数据集推导出水分亏缺指数、沙尘暴指数、地表温度、土地覆盖变化以及净第一性生产量等一系列生态环境指标，从而对环境破坏、环境退化和生态脆弱区进行长期有效的监测。

(4) 本项目还开发了一个同化了 MODIS 数据的流域综合环境管理模型，该模式可被用于模拟流域水热碳循环的时空变化、河流的沉积物的传送以及流域内土地生产力的变化等流域内生态系统的机理。依此为流域内自然生态系统的修复和可持续发展政策的制定提供科学依据。目前，我们正致力于将模型尽早运用于长江和黄河等大流域，积极寻求为各国政府制定可持续发展的政策提供科学依据。

## 参考文献 (References)

- [1] United Nations. Agenda 21. New York: United Nations Publications, 1992.
- [2] UNEP. GEO-3: Global Environment Outlook. London: Earthscan, 2002. pp416.
- [3] Environmental Congress for Asia and the Pacific (ECO ASIA). Towards a Sustainable Asia and the Pacific, Report of ECO ASIA Long-term Perspective Project Phase II, Published by the Institute for Global Environmental Strategies (IGES), Japan, 2001. pp166.
- [4] Masataka Watanabe, Liu Jiyuan, Shogo Murakami et al. Integrated Environmental Monitoring of the Asia-Pacific Region Asia-Pacific Environmental Innovation Strategy (APEIS): building scientific infrastructure for innovative policies for sustainable development, IHDP Update, Newsletter of the International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change, 2002, No.2.
- [5] MA Secretariat. Millennium Ecosystem Assessment Methods, Penang, Malaysia, 2002. (<http://www.millenniumassessment.org/en/index.htm>).
- [6] NASA MODIS Team. MODIS Design Concept, USA, 2001. (<http://modis.gsfc.nasa.gov/about/design.html>)
- [7] Qinxue Wang, Hidenori Takahashi. A land surface water deficit model for an arid and semi-arid region: impact of desertification on the water deficit status in the Loess Plateau, China. *J. Climate*, 1999, 12(1): 244-257.
- [8] Sellers P J, Tucker C J, Collatz G J et al. A global 1x1 NDVI data set for climate studies (Part II): the generation of global fields of terrestrial biophysical parameters from the NDVI. *Int. J. Remote Sensing*, 1994, 15(17): 3519-3545.
- [9] Reynolds S G. A note on the relationship between size of an area and soil moisture variability. *J. Hydrol.*, 1974, 22: 71-76.
- [10] Bell K R, B J Blanchard, T J Schummge et al. Analysis of surface moisture variations within large field sites. *Water Resour. Res.*, 1980, 16: 796-810.
- [11] Jackson T J, D M Le Vine, A Y Hsu et al. Soil moisture mapping at regional scales using microwave radiometry: The Southern Great Plains Hydrology Experiment, *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, 1999, 37: 2136-2151.
- [12] Murakami S, S Hayashi, M Watanabe et al. Modelling of sediment routing in cold and snowy region with particular reference to freezing and thawing (in Japanese). *Annual Journal of Hydraulic Engineering*, 2002, 46: 653-658.
- [13] Murakami S, S Hayashi, M Watanabe et al. Fundamental study on modelling of sediment routing through forest and agricultural area in watershed (in Japanese). *Annual Journal of Hydraulic Engineering*, 2001, 45: 779-804.

## A Methodology of Integrated Environmental Monitoring: A Review on Researches of APEIS Project

WATANABE Masataka<sup>1</sup>, WANG Qinxue<sup>1</sup>, HAYASHI Seiji<sup>1</sup>, MURAKAMI Shogo<sup>1</sup>, LIU Jiyuan<sup>2</sup>, ZHANG Xiaolei<sup>3</sup>, ZHAO Xinquan<sup>4</sup>, WANG Kelin<sup>5</sup>

(1. National Institute for Environmental Studies, Tsukuba 305-8506, Japan;  
 2. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China;  
 3. Xinjiang Institute of Geography and Ecology, CAS, Urumqi 830011, China;  
 4. Northwest Institute of Plateau Biology, CAS, Xining 810001, China;  
 5. Institute of Subtropical Agricultural Ecology, CAS, Changsha 410125, China)

**Abstract:** Rapid population growth and economic development in the Asia-Pacific Region has resulted in serious local, national and regional environmental problems such as floods, droughts, forest fires, dust storms, air, water and soil pollution, desertification, salinization, water resource depletion, and soil erosion. Such problems are a serious constraint to sustainable development in the region.

The Integrated Environmental Monitoring (IEM), a sub-project of Asia-Pacific Environmental Innovation Strategy (APEIS) project, aims to develop an integrated environmental monitoring system that can be used to detect, monitor and assess environmental disasters, degradation and their impacts in the Asia-Pacific Region. The system employs data primarily from the MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectrometer)

sensor on the Earth Observation System (EOS)-Terra/Aqua satellite, as well as those from ground observations.

The IEM achievements in the last two years can be concluded as follows:

(1) IEM established an integrated monitoring network system under the auspices of the National Institute for Environmental Studies (NIES) in Japan and the Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research (IGSNRR) of the Chinese Academy of Sciences in China, and expanded it with additional participation by the National University of Singapore and the Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO) in Australia. The network has already covered most of the Asia-Pacific Region.

(2) IEM also established two data-analyzing centers at NIES in Japan and IGSNRR in China. These centers store a wide variety of satellite data produced not only by different sensors, but also by various ground-based measurements. A data-processing system for deriving the higher order environmental indices from MODIS data was also completed. The products can be used to detect and monitor environmental disasters/degradations and indices for vulnerabilities. They can also be used as inputs to a range of models for assessing climate change, ecological conditions and agricultural production.

(3) Although numerous satellite-derived indices in the Asia-Pacific Region have already been produced by other projects/organizations, most have yet to be calibrated or validated by ground-truth data so that they might contain significant uncertainties. Thus, IEM established five validation sites in a variety of ecosystems in China, as follows: grassland, dry field, paddy field, forest, and semi-arid area. The data gathered at these sites include information related to radiation, meteorology, and soil and vegetation. The data can be remotely downloaded through a satellite network. Using these consistent and quality assured datasets, IEM can produce accurate and reliable information specific to the region.

(4) A MODIS data based integrated watershed management model is developed to assess conditions and changes in ecological goods and services such as fresh water resources and food production. With this model and the above information, strategic policy options for sustainable watershed management will be explored.

**Key words:** Asia-Pacific; Integrated Environmental Monitoring; Environmental Innovation Strategy; watershed management model; environmental disasters; environmental degradations