

前植物  
生产层

# NDVI 和 EVI 在高寒草地牧草鲜质量 估算和植被动态监测中的比较

米兆荣<sup>1,2</sup>, 张耀生<sup>1</sup>, 赵新全<sup>1</sup>, 冯承彬<sup>1,2</sup>, 周曙光<sup>1,2</sup>

(1. 中国科学院西北高原生物研究所 高原生物适应与进化重点实验室, 青海 西宁 810001;

2. 中国科学院研究生院, 北京 100001)

**摘要:**对 2007 - 2009 年 126 景 MODIS 影像的归一化植被指数 (NDVI) 和增强型植被指数 (EVI) 数据进行了比较研究, 并结合 11 个高寒草地监测点的地上生物量鲜质量 (AGB) 数据, 通过相关分析、回归分析等方法, 分析了 MODIS 共 4 种植被指数 (NDVI250, NDVI500, EVI250, EVI500) 在估算高寒草地牧草鲜质量中的优劣, 并确定了通过 EVI250 估算地上生物量鲜质量的回归方程。结果表明, EVI 在高寒草地上均比 NDVI 小, 但 EVI 比 NDVI 更稳定准确。应用植被指数产品 EVI 估算高寒草地牧草鲜质量优于 NDVI, 其中在 EVI250、EVI500、NDVI250 和 NDVI500 4 种植被指数中, EVI250 与地上生物量鲜质量的相关性最好, 相关系数为 0.904 ( $P < 0.01$ ), 回归方程为  $y_{AGB} = -244 + 1.316x_{EVI250}$  ( $R^2 = 0.817$ ,  $P < 0.01$ )。

**关键词:**MODIS 植被指数; 牧草; 地上生物量; 鲜质量; 高寒草地; 植被动态

中图分类号: V443<sup>+</sup>. 5; Q145<sup>+</sup>. 2

文献标识码: A

文章编号: 1001-0629(2010)06-0013-07

高寒草地是青藏高原的主体类型之一, 牧草品质优良是重要的畜牧业基地之一, 也是高寒草地生态系统的能量输入源, 在整个生态系统的物质循环和能量流动中起着至关重要的作用。然而高寒草地生态系统比较脆弱, 对自然条件和人类的影响比较敏感, 因此高寒草地的科学合理利用是青藏高原生态环境保护与畜牧业可持续发展的焦点。三江源地处青藏高原北部, 素有“中华水塔”的美誉, 但近年来超载过牧, 鼠害增多, 中草药采挖等原因使高寒草地植被严重破坏, 生态系统平衡受到损伤, 环境日趋恶化, 并导致了大面积失去放牧价值和生态功能的“黑土滩”形成, 直接影响了高寒草地的畜牧业和可持续发展以及下游的生态安全<sup>[1]</sup>。高寒草地的地上生物量和高寒草地的季节动态变化是反映高寒草地生产力的直接指标和确定合理载畜量的重要依据。因此, 及时准确地了解高寒草地生物量的变化, 掌握高寒草地季节动态规律, 是草地资源监管的重要课题, 对科学发展畜牧业、合理保护和利用高寒草地资源有着重要的意义。

以往草地上生物量和植被动态的遥感监测

大多采用 NOAA/AVHRR NDVI 数据, 建立植被指数与草地植被地上生物量一元线性回归模型、非线性模型等, 但由于 AVHRR 光谱和空间分辨率都较低, 加之 NDVI 本身的局限性, 使得 AVHRR NDVI 对于中高密度植被地区模拟较好, 对于覆盖度较低的草地, 其受土壤状况和草地植被类型的影响较大, 估测结果有较大误差<sup>[2]</sup>。

MODIS 卫星遥感数据与 AVHRR 相比, 在光谱和时空分辨率方面都有较大改进<sup>[3-4]</sup>, 使得其广泛应用在草地退化、植被分类、环境变化、作物和牧草估产、NPP 和干旱监测等方面, 此外 MODIS 在数据接收和数据格式方面也有很大的改进<sup>[5-6]</sup>。因此, MODIS NDVI 比 AVHRR NDVI 对植被的响应更敏感, NDVI 值的范围也更宽。NOAA/AVHRR 系列卫星已经有 20 年的全球

\* 收稿日期: 2009-10-19

基金项目: 国家科技支撑计划项目“高寒草地退化生态系统综合整治技术研究”(2006BAC01A02); 中国科学院西部行动计划项目: “三江源区退化生态系统受损与修复机制及可持续管理”(KZCX2XB20601)

作者简介: 米兆荣 (1986-), 男, 山东济南人, 在读硕士生, 主要从事植物生态学研究。

E-mail: rongtaishan@163.com

通信作者: 张耀生 E-mail: zys@nwipb.ac.cn

NDVI 数据,MODIS NDVI 的加入可以为业务监测研究提供更长的时间序列资料;MODIS 的另一个植被指数产品是 EVI,目的是改进 NDVI 的某些缺陷,特别是大气噪声、土壤背景、饱和度等问题<sup>[7-8]</sup>。

利用 MODIS 植被指数估测草地生物量和植被动态是目前研究热点内容之一<sup>[9]</sup>。在利用 MODIS NDVI/EVI 与地上生物量相关分析比较中,已有研究表明各月份 EVI-ANPP 线性模型和幂模型的相关性比 NDVI-ANPP 的相关性都要高<sup>[10-11]</sup>,同时也有研究认为 NDVI 与地上生物量的相关性高于 EVI<sup>[12]</sup>。在植被动态的研究中,MODIS 数据及其植被指数产品,能准确鉴别草地的返青期和最高生物量期<sup>[13]</sup>,并可以较稳定和准确地监测植被覆盖的季节变化特征<sup>[14]</sup>。NDVI 在植被生长旺盛期容易达到饱和,而 EVI 则能克服这一不足,比较真实地反映植被的生长变化过程;相同空间分辨率下,EVI 取值范围、标准差与变异系数均高于 NDVI,NDVI 数据比较均一,其空间相关性高于 EVI,EVI 更能反映研究区域内植被空间差异<sup>[15-17]</sup>。

针对 MODIS 的 2 种植被指数产品 NDVI 和 EVI 在高寒草地生态系统的地上生物量估算中的比较研究相对较少。本研究对 250 m 空间分辨率的 MODIS 两种植被指数产品 MODIS NDVI(下文简称 NDVI250)和 MODIS EVI(下文简称 EVI250),以及 500 m 空间分辨率的 MODIS NDVI(下文简称 NDVI500)和 MODIS EVI(下文简称 EVI500)在估算高寒草地地上生物量鲜质量(AGB, Aboveground Green Biomass)方面进行了相关分析比较;并对同德县 2007 - 2009 年的 MODIS NDVI 和 MODIS EVI 在反映植被动态变化的均值、标准差、变化幅度等方面进行了分析。通过本研究为确定采用合适的植被指数估算高寒草地的地上生物量、高寒草地植被覆盖和动态变化进行实时监测,以及该区域合理放牧利用强度和植被保护及水土保持提供科学依据。

## 1 试验区概况

同德县地处三江源自然保护区的实验区(34°38' - 35°39' N, 100°08' - 101°09' E),是中华水塔的重要组成部分,其生态战略地位十分重要。南北长约 110 km,东西宽 96 km,全县地势南高北低,东高西低,海拔 3 105 ~ 4 036 m,降水量自东向西递减,属大陆高原性气候区。年均温 - 3.7 ~ 6.1 °C。全年最冷月为 1 月,平均气温 - 13.3 °C,最暖月为 7 月,平均气温 18.9 °C。冬季干旱多风,夏季雨水集中,年均降水量 371.5 mm,蒸发量为 1 260.1 ~ 1 643.6 mm,相对湿度 50% ~ 61%,日照时数 2 550 ~ 2 760 h。

试验区天然草地类型主要是温性草原,呈带状分布于海拔 2 800 ~ 3 500 m。温性草原是优良冬春场,总面积达 1.276 × 10<sup>5</sup> hm<sup>2</sup>,占同德县草原总面积的 29.61%,其中克氏针茅(*Stipa krylovii*)、青海固沙草(*Orinus kokonorica*)、芨芨草(*Achnatherum splendens*)、青藏苔草(*Carex moorcrofti*)为优势群落,群落总盖度为 35% ~ 65%。试验区土壤为栗钙土,表层土壤 pH 值 8 ~ 9<sup>[18]</sup>。

## 2 数据获取与处理

### 2.1 牧草鲜质量数据的获取

牧草鲜质量实测数据在典型天然草地类型上取样获得,共设 11 个监测点,其中 7 个位于温性草原(优势种为克氏针茅和青藏苔草),4 个位于高寒草甸[优势种为高山嵩草(*Kobresia pygmaea*)和线叶嵩草(*K. capillifolia*)]。记录每个监测点的经纬度,并取 6 个测产样方重复,样方大小为 1 m<sup>2</sup>,均设置于未放牧的草地上。对取样牧草植株齐地面进行修剪,按优势种、其他禾草、其他莎草、可食豆科、可食杂类草、毒杂草分别进行分类称量、登记,并记录植被盖度、频度、土壤类型、地貌等信息。每个监测点取 6 个测产样方生物量鲜质量的平均值作为该点的生物量鲜质量。采样时间为 2008 年 8 月初,11 个点同步采样。

### 2.2 MODIS 数据的获取

MODIS 数据从 NASA 官方 ftp 数据库中下载,数据产品为 250

m 空间分辨率的 MOD13Q1 (MODIS/ Terra Vegetation Indices 16-Day L3 Global 250 m ISIN Grid) 和 500 m 空间分辨率的 MOD13A1 (MODIS/ Terra Vegetation Indices 16-Day L3 Global 500 m ISIN Grid), 波段包括: red (620 ~ 670 nm)、near-infrared (841 ~ 876 nm)、blue (459 ~ 479 nm)、MIR (2 105 ~ 2 155 nm)、NDVI、EVI 以及 NDVI 和 EVI 像元质量控制信息图等。时间序列均为 2007 年 1 月 1 日至 2009 年 9 月 30 日, 共计 63 个时相 126 景影像。该数据都经过了严格的辐射校正和几何校正。MODIS NDVI 和 EVI 均采用 16 d 最大值合成方法 MMVC (Monthly Maximum Value Composite) 生成, 数据质量等级为 3 级, 完全可以用于正式科学研究。

**2.3 数据处理与分析** 用 Erdas 9.2 读取下载的 250 m 分辨率的 MOD13Q1 数据和 500 m 分辨率的 MOD13A1 数据, 并另存为 \*.img 格式, 采用与同德县界 shp 数据统一的投影坐标系统, 投影类型为 Albers Conical Equal Area, 参考椭球为 WGS84, 中央经线为 105°E, 两条标准纬线分别为 25°N 和 47°N。NDVI 与 EVI 的计算方法参照 Rouse 等<sup>[19]</sup> 和 Liu 与 Huete<sup>[20]</sup>。

提取与地面实测相对应的 11 个监测点的植被指数后, 对 AGB、NDVI250、EVI250、NDVI500 和 EVI500 数据进行统计分析 (SPSS16.0)。正态性检验采用卡方检验、P-P 图等方法, MODIS NDVI EVI 与 AGB 相关分析采用 Pearson 相关方法。3 组数据均服从正态分布, 完全可以采用参数相关分析, 计算 Pearson 积矩相关系数。

### 3 结果与讨论

#### 3.1 MODIS NDVI 和 EVI 在估算牧草鲜质量中的比较

**3.1.1 NDVI250、EVI250 和 NDVI500、EVI500 分别与 AGB 的相关分析比较** Pearson 积矩相关系数可用于描述 2 个变量的线性相关程度, 该方法的检验功效高, 检验结果明确。相关分析的结果可以较好反映研究对象二者之间关系紧密程

度, EVI250 与 AGB 的相关性 ( $r = 0.904, P < 0.01$ ) 好于 NDVI250 与 AGB 的相关性 ( $r = 0.864, P < 0.01$ ), 两者均呈极显著相关, 这说明 EVI250 能更好地反映植被生长状况和反演高寒草地牧草鲜质量。这与王正兴等<sup>[10]</sup> 在 2005 年得出的 EVI 更适合描述草地产量最高的草甸以及草地产量最低的荒漠的结论相一致。

NDVI500 与 AGB 呈中度相关 ( $r = 0.716, P < 0.05$ ), 而 EVI500 与 AGB 呈显著相关 ( $r = 0.846, P < 0.01$ ), 相比 NDVI500, EVI500 能更好的反演牧草鲜质量和植被的实际生长状况。

**3.1.2 不同空间分辨率的 EVI 与牧草鲜质量的相关与回归比较** 通过 EVI250, EVI500 分别与 AGB 的相关分析 (图 1) 可以看出, EVI250 与 AGB 的相关性 ( $r = 0.904, P < 0.01$ ) 高于 EVI500 ( $r = 0.846, P < 0.01$ ), EVI250 能更好的反映高寒草地牧草鲜质量。这可能是由于低空间分辨率的影像比高分辨率的影像记录地面细节的能力较弱, 如 500 m × 500 m 的一个像元各类地物的遥感信息经混合后被记录下来, 成为一个混合像元, 面积是 250 m 分辨率影像一个像元 (250 m × 250 m) 的 4 倍, 分辨率越低, 混合程度越高, 所能反映的地面细节就越少, 反映地表植被实际生长状况的能力就越差<sup>[15]</sup>。

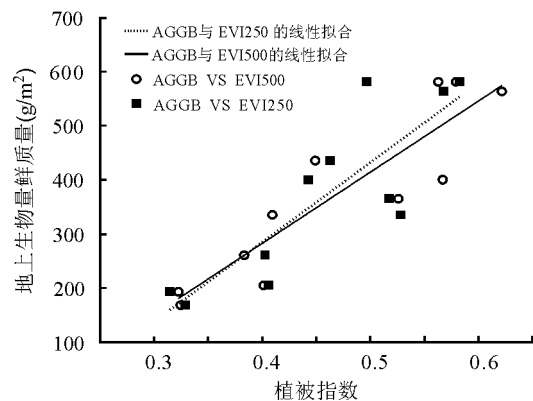


图1 EVI250 和 EVI500 与 AGB 的回归分析比较

EVI250 和 EVI500 与高寒草地牧草的相关性分别明显优于 NDVI250 与 NDVI500, 而同时

EVI250 相比 EVI500 而言能更好的估算高寒草地的牧草鲜质量,故推荐使用 EVI250 来进行牧草估产。回归方程为:

$$y_{AGB} = -244 + 1.316x_{EVI250} \quad (1)$$

$(R^2 = 0.817, P < 0.01)$

$$EVI = \frac{2.5(NIR - Red)}{NIR + C_1 Red - C_2 Blue + L} \quad (2)$$

其中,牧草鲜质量(AGB)单位为  $g/m^2$ ,EVI250 为 250 m 分辨率的 MODIS 增强型植被指数(计算方法见公式 2)。

### 3.2 MODIS NDVI 与 EVI 在高寒草地植被动态上的比较

#### 3.2.1 NDVI 与 EVI 在反映高寒草地非生长季植被动态中的比较

在非生长季(10 月至次年 4 月),分析 NDVI250、EVI250、NDVI500 和 EVI500 可以发现,NDVI 和 EVI 的变化曲线均为单峰型,变化趋势始终一致而且 NDVI 总是高于 EVI。在非生长季,EVI250 的变化幅度是 0.093,而 EVI500 是 0.097,NDVI250、NDVI500 的均为 0.240。综合起来,NDVI 与 EVI 相差 0.01~0.23。比较 NDVI250、EVI250、NDVI500 和 EVI500 在高寒草地非生长季的标准差发现,EVI 的标准差均小于 NDVI,说明 EVI 在非生长季对高寒草地的响应更加稳定而 NDVI 在非生长季则变化较大,由于非生长季植被覆盖度较低,因此 NDVI 不能较好的反映植被生长状况。相比于与牧草鲜质量的关系,在非生长季两种植被指数在不同分辨率的曲线对植被的描述能力基本相同。

#### 3.2.2 NDVI 与 EVI 在反映高寒草地生长季植被动态中的比较

生长季 NDVI 和 EVI 的变化曲线均为单峰型,变化趋势始终一致,但 NDVI 仍然总是高于 EVI。EVI250 的变化幅度为 0.391, EVI500 为 0.336,NDVI250 为 0.457,NDVI500 为 0.455。通过计算和比较 NDVI250、EVI250、NDVI500 和 EVI500 在生长季的标准差发现,EVI 标准差仍然均小于 NDVI。结合 EVI 与牧草鲜质量的相关分析结果可以得出,EVI 在反映

地上植被生长状况中更加稳定。

从图 2、3 中可以看出,NDVI 在 2007 和 2009 年有较明显的饱和现象,其中 NDVI 从 2007 年 7 月 12 日开始已经开始接近最大值,直到 9 月 13 日,NDVI 一直在峰值附近变化较小,近似一条直线,而同期的 EVI 则仅仅在 7 月 28 日到 8 月 12 日出现峰值,峰值过后 EVI 下降显著,呈明显的钟形曲线;2009 年也出现了同样的现象。这说明在植被密度较高时 NDVI 出现了饱和现象,当 NDVI 达到一定值时,不再随植被密度的增加而增加,而同期的 EVI 则在高植被密度时,不容易出现饱和现象,对植被的响应依然较敏感,能较好地反映植被生长状况。这可能是因为 EVI 大气校正比 NDVI 更彻底,更好地消除了土壤背景的影响,提高了对高植被密度区的植被的敏感度。这与李红军等<sup>[15]</sup>在河北省南部的研究结果较一致,但是与其研究结果不同的是,本研究中 EVI 的变化幅度无论在非生长季还是生长季都低于同时相的 NDVI。本研究结果与李霞等<sup>[16]</sup>2007 年在北疆地区的研究结果较一致,也与杨嘉等<sup>[21]</sup>2007 年的研究结果一致,EVI 的变化幅度小于 NDVI 的变化幅度,EVI 在对植被的响应上比 NDVI 更稳定。而李红军等<sup>[15]</sup>的结果正好相反,这可能是由于其区域植被主要为小麦(*Triticum aestivum*),而小麦与高寒草地的冠层结构不同。

NDVI 和 EVI 同时在 2008 年 1 月 17 日至 2 月 17 日期间出现了极端异常值(图 2、3),这也许是和 2008 年 1 月 10 日至 2 月中下旬发生在我国南方大部分地区历史罕见的冰冻雨雪灾害性天气有关<sup>[22]</sup>。造成 NDVI 和 EVI 异常值的主要原因是多云天气。通过对架设同德境内 HOBO 气象站所获取的太阳总辐射数据进行分析,发现同期(2008 年 1 月中下旬)同时间(搭载 MODIS 传感器的 Terra 卫星过境时间,即当地时间约 10:30)的太阳总辐射值也出现了异常低的值,因此可以判断造成该 NDVI、EVI 异常值的更大可能原因是持续的多云天气。

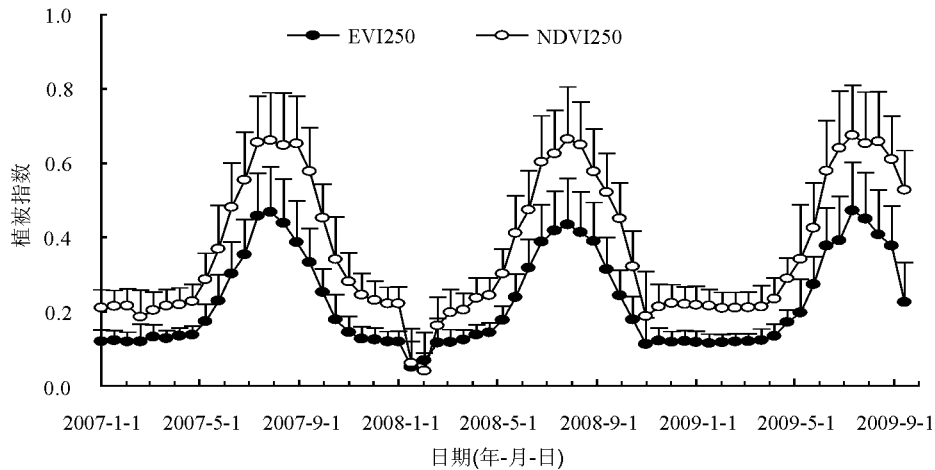


图2 250 m分辨率NDVI和EVI在反映高寒草地植被动态中的比较

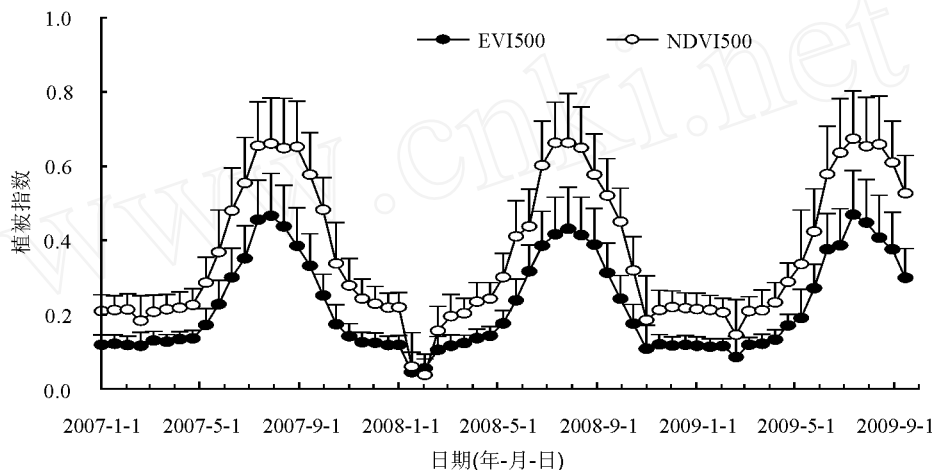


图3 500 m分辨率NDVI和EVI在反映高寒草地植被动态中的比较

#### 4 讨论与结论

对不同空间分辨率的MODIS的2种植被指数产品EVI和NDVI分别与牧草鲜质量进行相关分析和回归分析比较表明,EVI与牧草鲜质量的相关关系要好于NDVI,说明EVI更适用于高寒草地牧草鲜质量的估算。EVI<sub>250</sub>在上述四种植被指数中与高寒草地牧草鲜质量的相关性最好( $r=0.904$ ,  $P<0.01$ ),EVI<sub>250</sub>与牧草鲜质量的回归方程为: $y_{AGB} = -244 + 1316x_{EVI250}$  ( $R^2 = 0.817$ ,  $P<0.01$ )。

NDVI和EVI在反映高寒草地植被动态上,整体变化趋势较一致,NDVI和EVI随时间的变

化曲线对植被生长动态的描述能力基本相同。相比于NDVI,EVI在非生长季低植被密度区的值均低于NDVI,同时EVI的变化幅度明显小于NDVI,因此对植被的反映更稳定精确。在生长季,NDVI值一直高于EVI,但250 m分辨率的NDVI和500 m分辨率的NDVI在高植被密度时期表现出了明显的饱和现象,当NDVI达到0.8左右时就不再随植被密度的升高而升高,变化趋势近似一条直线,而EVI始终符合钟形曲线,可以较好的反映地表植被生长状况。

草地遥感估产研究方法的重点在植被指数与产草量的关系,研究特点表现为使用数据多样化、

植被指数多样化,估产统计模型多为线性、幂函数、指数、对数等,因此得到的系数差别较大,并且在应用上也局限于建模的时间和地点,很多情况下地面资料的数量也影响模型的精度。虽然统计模型在应用上有时间和地点的局限,但相比需要较多参数的机理模型(如 CASA 等)等而言,模型建立简单易用仍然是统计估产模型的优势<sup>[25-26]</sup>。随着卫星数据种类不断增多,可利用的光谱波段不断增加改进,植被指数研究不断深入,草地遥感估产技术和方法将会继续发展,基于遥感数据和方法的草地估产模型更加趋于成熟,其应用也将向草原生态系统、草地退化监测、草地植被生长监测等领域扩展<sup>[23]</sup>。

高寒草地上生物量的遥感研究将为大面积估测草地牧草产量提供可靠的支撑,为确定合理的放牧率提供依据;应用遥感方法监测大面积草地资源相比于传统方法可以节约大量人力、物力,有利于草地畜牧业的优化经营。研究该区域的生产力遥感估算方法对于选择合理的放牧强度、以及整个三江源区的草地资源监测有着重要的指导意义,及时掌握牧区草地资源情况是各级政府和有关部门进行宏观管理和决策的依据。

## 参考文献

- [1] 王得祥,李轶冰,杨改河. 江河源区生态环境问题研究现状及进展[J]. 西北农林科技大学学报, 2004, 32(1): 5-10.
- [2] Zhao M S, Heinsch F A, Nemani R R, *et al.* Improvements of the MODIS terrestrial gross and net primary production global data set [J]. *Remote Sensing of Environment*, 2005, 95(2): 164-176.
- [3] 周磊,辛晓平,李刚,等. 高光谱遥感在草原监测中的应用[J]. 草业科学, 2009, 26(4): 20-27.
- [4] 严建武,李春娥,袁雷,等. EoS-Modis 数据在草地资源监测中的应用进展综述[J]. 草业科学, 2008, 25(4): 1-9.
- [5] Cohen W B, Justice C O. Validating MODIS terrestrial ecology products: Linking in situ and satellite measurements[J]. *Remote Sensing of Environment*, 1999, 70(1): 1-3.
- [6] 刘闯,葛成辉. 美国对地观测系统(EoS)中分辨率成像光谱仪(Modis)遥感数据的特点与应用[J]. 遥感信息, 2000(3): 45-48.
- [7] 郭铤. 植被指数及其研究进展[J]. 干旱气象, 2003, 21(4): 71-75.
- [8] 王正兴,刘闯, Huete A. 植被指数研究进展: AVHRR-NDVI 到 MODIS-EVI[J]. 生态学报, 2003, 23(5): 979-987.
- [9] 赵冰茹,刘闯,刘爱军,等. 利用 MODIS-NDVI 进行草地估产研究——以内蒙古锡林郭勒草地为例[J]. 草业科学, 2004, 21(8): 12-15.
- [10] 王正兴,刘闯,赵冰茹,等. 利用 MODIS 增强型植被指数反演草地上生物量[J]. 兰州大学学报(自然科学版), 2005(2): 10-16.
- [11] Lin W P, Shi R H, Shi J. Compared MODIS-NDVI with MODIS-EVI in forecast crop yield [A]. 2008 Proceedings of Information Technology and Environmental System Sciences: ITESS [C]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2008: 212-216.
- [12] 除多,姬秋梅,德吉央宗,等. 利用 EOS/MODIS 数据估算西藏藏北高原地表草地生物量[J]. 气象学报, 2007(4): 612-621.
- [13] 刘爱军,韩建国. 天然草原生育期遥感估测方法研究——以锡林郭勒盟草原为例[J]. 草业科学, 2007, 24(7): 1-5.
- [14] 张旭,刘新春,肖继东,等. EOS/MODIS 影像处理在塔里木河下游植被监测中的应用[J]. 干旱区研究, 2005, 22(4): 532-536.
- [15] 李红军,郑力,雷玉平,等. 基于 EOS/MODIS 数据的 NDVI 与 EVI 比较研究[J]. 地理科学进展, 2007, 26(1): 26-32.
- [16] 李霞,崔霞,黄晓东,等. 北疆不同草地类型 MODIS 植被指数的时空变化研究[J]. 草业科学, 2007, 24(9): 5-11.
- [17] Evrendilek F, Gulbeyaz O. Deriving vegetation dynamics of natural terrestrial ecosystems from MODIS NDVI/EVI data over Turkey [J]. *Sensors*, 2008, 8(9): 5270-5302.
- [18] 赵双喜,张耀生,赵新全,等. 三江源温性草原蒸散量计算方法的比较[J]. 西北农林科技大学学报, 2009, 37(1): 79-83.

- [19] Rouse J W, Haas R H, Schell J A, *et al.* Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS[A]. Freden S C, Mercanti E P, Becker M A. Volume I: Technical Presentation[C]. Washington D C: NASA, 1974:309-317.
- [20] Liu H Q, Huete A. A feedback based modification of the NDVI to minimize canopy background and atmospheric noise[J]. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 1995, 33(2):457-465.
- [21] 杨嘉, 郭锐, 贾建华. 西北地区 MODIS/NDVI 与 MODIS/EVI 对比分析[J]. 干旱气象, 2007, 25(1):38-43.
- [22] 马晓刚. 2008年1月我国南方罕见冰冻雨雪灾害性天气诊断分析[J]. 气象与环境学报, 2009, 25(1):23-26.
- [23] 李海亮, 赵军. 草地遥感估产的原理与方法[J]. 草业科学, 2009, 26(3):34-38.
- [24] 王莺, 夏文韬, 梁天刚, 等. 基于 MODIS 植被指数的甘南草地净初级生产力时空变化研究[J]. 草业学报, 2010, 19(1):201-210.
- [25] 梁天刚, 崔霞, 冯琦胜, 等. 2001 - 2008 年甘南牧区草地地上生物量与载畜量遥感动态监测[J]. 草业学报, 2009, 18(6):12-22.

### Comparison NDVI with EVI in the herbage fresh weight estimation and vegetation dynamics for alpine grassland

MI Zhao-rong<sup>1,2</sup>, ZHANG Yao-sheng<sup>1</sup>, ZHAO Xin-quan<sup>1</sup>,  
FENG Cheng-bin<sup>1,2</sup>, ZHOU Shu-guang<sup>1,2</sup>

(1. Key Laboratory of Adaptation and Evolution of Plateau Biota, Northwest Institute of Plateau Biology, Chinese Academy of Sciences; Northwest Institute of Plateau Biology, Chinese Academy of Sciences, Qinghai Xining 810001, China;

2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100001, China)

**Abstract :** NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) and EVI (Enhanced Vegetation Index) were extracted from 126 MODIS images of 2007, 2008 and 2009, which were analyzed and compared with each other. This study indicated that the EVI values were lower than the NDVI values in the alpine meadow, and they all showed a similar trend in reflecting the growth status and characteristics of the vegetation, indicating that the EVI was more stable and accurate than the NDVI in alpine meadow by analyzing their corresponding standard deviation. Combined the alpine meadow AGB (Aboveground Green Biomass) data from 11 monitoring points, correlation analysis and regression analysis were applied to compare the two MODIS vegetation index products (NDVI, EVI) and four vegetation indices (NDVI250, NDVI500, EVI250, EVI500) in the alpine meadow AGB estimation. The results of this study showed that EVI estimated AGB more accurately than NDVI did, and had a better correlation relationship with AGB. EVI250 had the best dependent relation with alpine herbage fresh weight among four vegetation indices (NDVI250, NDVI500, EVI250, EVI500), and the correlation coefficient was 0.904 ( $P < 0.01$ ). This study suggested that EVI250 was a better index in the alpine AGB estimation, and the regression equation between EVI250 and alpine herbage fresh weight was as following:  $y_{AGB} = -244 + 1316x_{EVI250}$ .

**Key words :** MODIS vegetation index; herbage; aboveground biomass; fresh weight; alpine grassland; vegetation dynamics