

355—365

3957(3)

第14卷 第4期
1994年12月

生态学报
ACTA ECOLOGICA SINICA

Vol. 14, No. 4
Dec., 1994

鄂尔多斯高原生态过渡带气候特殊性和气候植物生长指数与畜牧业生产动态分析*

谢海生 陈仲新

(中国科学院植物研究所植被数量生态学开放实验室, 北京, 100044)

赵雨兴

(内蒙古伊克昭盟林业治沙研究所, 东胜, 017000)

Q948.112

A

摘要 鄂尔多斯高原位于我国典型的生态过渡带, 气候变化明显, 系统反应敏感, 因此, 现有的主要用于植被和气候空间分类的有关植物与气候关系的模型和指数, 均不适用于鄂尔多斯高原生态过渡带气候-植物动态分析。为此, 本文利用位于鄂尔多斯高原中部的伊金霍洛旗 39a (1953—1991) 气象资料, 分析该地区的气候特点, 构建一个可用于描述生态过渡带气候特征的气候植物生长指数, 并用与植被动态密切相关的天然放牧条件下 (1958—1979) 的该旗牲畜的存栏数和出栏数的历史资料代替植被动态资料, 进行鄂尔多斯气候植物生长指数与天然放牧条件下牲畜的存栏数和出栏数的动态分析, 构建其 ARMAX 模型。研究结果表明, 鄂尔多斯高原气候敏感易变, 降水年际变化大; 高原光、温、水配合并不完全一致, 光、温超前, 降水滞后, 天然植被生产力不高; 气候植物生长指数与畜牧生产的动态分析结果表明, 该地区在天然放牧情况下, 主要依赖于牧场植被长势的畜牧生产与气候-植物生长指数密切相关, 说明构建的气候植物生长指数确实一定程度上反映了该地区的气候与植物生长的关系⁶⁻⁸。

关键词 鄂尔多斯高原, 生态过渡带, 气候植物生长指数, 生物多样性, 动态分析, ARMAX 模型。

生态学中所指的气候因子是各种气候指标的综合。人们对气候都有一般的理解, 但是要精确地定量描述这一概念, 其努力仍很有限⁽¹⁾。就气候与植被的关系研究而言, 虽做过大量工作, 但因限于资料不足, 或因研究目的大多为了进行气候分类^(1,2)、以农业为服务对象的自然区划⁽³⁻⁵⁾、植被(生命带)划分⁽⁶⁻⁸⁾和生产潜力分析^(9,10)等, 所用指标中的参数均为历年平均资料。用历年平均资料进行空间分类, 在大部分区域是合理的, 但在气候年际变化大的生态过渡带, 仅用历年平均资料为依据, 就太粗略了。因此, 对生态过渡带气候的研究, 有必要利用更详细的资料, 进行更深入的研究, 特别是对其动态过程进行分析与识别。

鄂尔多斯高原的地理位置约为 37.4°—40.8°N, 106.3°—112.2°E, 海拔在 1000—1600m 之间。它 3 面为黄河环抱, 是具有特殊地理景观的生态过渡带。以灌木生活型为主的植物群落构成该地区特有的沙地灌丛景观, 在我国生物多样性研究中占有重要地位。自 1862 年法国传教士尤克及其伙伴根据旅行所获资料, 对鄂尔多斯西部地区自然特征进行报道至本世纪 80 年代, 中国科学院黄土高原综合考察队⁽¹¹⁾和三北防护林工程建设, 尤其是由国家自然科学基金委员会支持“毛乌素沙化草地优化生态模式研究”, 对该地区自然特点、植被与气候的关系进行了大量的研究但对气候的动态分析研究并不多。

* 本研究为中国科学院“八五”重大项目“生物多样性保护与持续利用的生物学基础研究”课题的一部分。

收稿日期 1994 06 24, 修改稿收到日期: 1994 08 15。

基于上述原因,本文用位于鄂尔多斯高原中部的伊金霍洛旗(阿拉腾席热镇)气象站 39a 历年各月逐旬气温、日照和降雨量资料,构建一个与植物生长有关的相对气候指标,称为气候植物生长指数,并对其进行动态分析。同时用这一指数与伊金霍洛旗历年畜牧生产资料进行分析,构建 ARMAX 模型,用以描述气候与畜牧生产的关系。

1 鄂尔多斯高原气候-植物生长指数

在植物与气候关系方面,曾有过大量研究。早在 1823 年, J. F. Schouw 就发表了用公式化定律解释光、温、湿对植物分布影响的论文。1898 年 C. H. Marriam 公布了一个划分生活区的分类方法,至今仍被生物学家,特别是美国西部生物学家所应用^[1]。然而,大规模的研究工作始于本世纪 60 年代,特别是 1964—1974 年联合国教科文组织的国际生物学计划(IBM),以生物生产量为中心,对世界范围的生物资源进行深入的研究^[12]。80 年代我国在开展植物与气候研究的同时,还进行了农业生产潜力的研究。近期,结合全球气候变化研究,进一步深化了植物与气候关系的研究。所采用的方法大致可分为 5 类。

实测法 利用各种手段,对植物生产量进行实地测量。该方法的优点是数据准确,缺点是测量费工费时,难以应用于大范围研究中去。因此,许多研究者借助于数学方法建立相关模型,进行研究。

经验模型法 该方法根据植物生长量与气候关系资料,建立相关的数学模型来估算植物气候生产力。这类模型在国内外应用较多的是 Miami 模型、Thornthwaite Memorial 模型等。

经验模型由于缺乏严密的生理、生态学理论作依据,有时会出现较大的误差。

物理模型 即根据水分平衡和能量平衡原理构建的模型, Penman 模型属于这类模型^[14]。这类模型在气候研究上是成功的。但在植被分类上,仍须结合生物学规律进行改进。

生理生态学模型 这类模型是建立在生理生态学研究基础上的数学模型。筑后模型的前半部分便属于这一类型^[15]。

设植物群落净第一性生产量为 NPP 和蒸腾量为 E_T , 可分别写成以下形式

$$NPP = \int_0^{T_0} P_N(t) dt \cong AT_0 a_0 a_1 \overline{[(c_a - c_i)/r'_c + r_{c,c}]} \quad (1)$$

$$E_T = \int_0^{T_0} E_T(t) dt \cong AT_0 b_0 b_1 \overline{[(e_1 - e_a)/(r_c + r_{c,w})]} \quad (2)$$

将上面两式相除,可得到下式

$$WUE = \frac{NPP}{E_T} \cong \frac{a_0 a_1 \overline{[(r_c + r_{c,w})] (c_a - c_i)}}{b_0 b_1 \overline{[(r'_c + r_{c,c})] (e_1 - e_a)}} \quad (3)$$

WUE 为水分利用效率, a_0 为 CO_2 通量对干物质产量换算系数, $b_0 = 0.622\rho/p$, ρ 是空气密度, p 是大气压力, a_1, b_1 分别为月平均对白天月平均值的比例常数, r_c, r'_c 分别为植物群落对水汽和 CO_2 乱流输送阻抗, $r_{c,w}, r_{c,c}$ 分别为叶对水汽和 CO_2 的平均气孔阻抗, e_1, e_a 分别为植物内 Z_c 高度和参考高度 Z_R 的水汽压, c_a, c_i 分别为植物群落参照高度和群落内叶气孔 CO_2 浓度——表示年平均值。

当土壤水分供给充足, 叶面积指数很大时, 植物群落的蒸腾量(E_T)几乎等于蒸散量(E_S),

即

$$E_T \approx E_\Sigma = \frac{BR_s}{\epsilon(1+\beta)} \quad (4)$$

E_Σ 为年蒸散量 ($tH_2O/hm^2 \cdot a$), R_s 为年净辐射 ($kcal/cm^2$), ϵ 为水的蒸发潜热 ($kcal/gH_2O$), β 为波恩比, B 为由 $gH_2O/cm^2 \cdot a$ 到 $tH_2O/hm^2 \cdot a$ 变换因子。

当土壤水分供给充足、叶面积指数达到一定量时,植物群落净第一性生产量(NPP),成为最大净第一性生产量(NPP_m),或称植物气候第一生产力,根据(3)和(4)式的关系,可化成如下形式:

$$\begin{aligned} NPP_m &\approx \frac{a_0 a_1 \overline{(r_c + r_{s,w})} c_a \left(1 - \frac{c_i}{c_a}\right)}{b_0 b_1 (r'_c + r_{s,c}) (e_1 - e_a)} \cdot E_T \\ &\approx \frac{a_0 a_1 \overline{(r_c + r_{s,w})} c_a \left(1 - \frac{c_i}{c_a}\right)}{b_0 b_1 (r'_c + r_{s,c}) (e_1 - e_a)} \cdot \frac{BR_s}{\epsilon(1+\beta)} \\ &= \frac{A_0 R_s}{d(1+\beta)} \end{aligned} \quad (5)$$

式中

$$A_0 = \frac{a_0 a_1 B \overline{(r_c + r_{s,w})} c_a \left(1 - \frac{c_i}{c_a}\right)}{b_0 b_1 (r'_c + r_{s,c})} \quad (6)$$

$$d = \overline{(e_1 - e_a)} \quad (7)$$

$d = \overline{(e_1 - e_a)}$ 为群落内外水汽压差,在缺乏观测数据的情况下,可近似的用饱和差代替。由上式可知,植物气候生产力的大小与净辐射 R_s 成正比,与 $d(1+\beta)$ 成反比。饱和差和波恩比 β 的值一般随着气候干燥度的增加而增加,因此其影响结果使植物气候生产力随气候干燥而减小。

用这一模型来估算不同类型地区植物气候生产力可获得较精确的结果,然而,在大范围的应用上,常常因参数难以确定,限制其使用。因此更多还是采用半理论半经验方法。

半理论半经验模型:这类模型以生理生态学模型为基础,但在参数的确定上则采用经验方法。著名的筑后模型便属于这一类模型。

筑后数学模型是内嶋利用 Efimova(1977)和 Cannel(1982)等在 IBP 研究期间所取得的世界各地天然植被净第一性生物生产量,并利用了世界各地气象数据计算了太阳总辐射、净辐射和辐射干燥度(RDI)等数据,而后以(5)式为理论基础来研究植物气候生产力与净辐射和辐射干燥度的关系。

内嶋将辐射干燥度按 0.2 间隔分成若干组,然后,以组为单位研究植物气候生产力与净辐射的关系,得出以下公式:

$$NPP_m = \alpha(RDI) \cdot R_s \quad (8)$$

式中系数 α 是辐射干燥度 RDI 的函数,其经验公式为:

$$\alpha(RDI) = 0.29 \exp[-0.216(RDI)^2] \quad (9)$$

即随着辐射干燥度增加,比例系数 $\alpha(RDI)$ 迅速减少;换言之,随着气候变干,辐射干燥度促使

植物气候生产力变小。

比较(5)和(8)式,可得到下式:

$$\alpha(RDI) = A_0/d(1 + \beta) \quad (10)$$

从式中可见,比例系数 $\alpha(RDI)$ 与饱和差和波恩比成反比关系。

筑后模型中, NPP_m 为植物气候生产力($t/hm^2 \cdot a$), $\alpha(RDI)$ 为比例系数($cm^2 \cdot t/kcal \cdot hm^2 \cdot a$), RDI 为辐射干燥度:

$$RDI = R_n/lr \quad (11)$$

R_n 为净辐射量($kcal/cm^2$); l 为水的蒸发潜热($kcal/cm$); r 为年降水量(cm), A_0 为与群落和植物结构有关的系数; d 为群落内外的水汽压差,在缺乏观测值时,可用饱和差代替, $d = e_{(T_a)} - e_a$, e_a 为实际水汽压, $e_{(T_a)}$ 为当温度为 T_a 时的饱和水汽压; β 为波恩比, $\beta = [RDI / \{1 - \exp(-RDI)\}] - 1.0$ 。

粗略的机理模型 这类模型根据已知的植物生产与气候因素的定性关系,建立气候与植物生产力模型,如 Paterson 模型、黄秉维和孙惠南气候-生物潜力模型等。这类模型虽不是从复杂的生理生态学模型简化而来,但其结果却与理论半经验模型很相似。

半理论半经验模型和粗略的机理模型由于既有一定的理论为基础,又所需的资料和数据亦易获得,因此是应用较多的模型。

上述模型由于其目的主要是用于进行空间分类,采用的资料均为历年平均数据,不适合进行动态分析,另外在气候年际变化大的生态过渡带,往往会因为交叉项 $X_i Y_j Z_k$ ($i \neq j$ 或 $i \neq k$) 的影响产生预想不到的误差。因此利用历年逐月各旬气象资料,构建一个适合鄂尔多斯高原特点的气候-植物生长指数(CPG),进行气候-植物生长动态分析。

众所周知,在一定的范围内,植物的光合速率与温度和水分成正比。植物的干物质积累随日照时间的增加而增加。设某一地区的温度、降雨和日照时数 3 个因子的变化对已适应该地区气候的植物的生长的影响都是等效的,因此得到如下反映气候植物相对生长力的公式:

$$cp g'_{ij} = \alpha p'_{ij} s'_{ij} t'_{ij} \quad (12)$$

式中 $cp g'_{ij}$ 为第 i 年第 j 旬气候植物生长指数, p'_{ij} , s'_{ij} 和 t'_{ij} 分别是经过标准化($X'_i = (X_i - Min) / (Max - Min)$)处理的该旬 $>5^\circ C$ 的积温、降水量和日照时数, α 为比例系数,由于缺乏该地区植物动态资料,目前还很难确定其型式和数值。但这并不影响进行动态分析,因为动态分析最关心的是相对变化过程而不是绝对值。如此:

第 i 年的气候植物生长指数

$$CPGI_i = \sum_{j=1}^{36} cp g'_{ij} \quad i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (13)$$

历年平均各旬气候植物生长指数

$$\overline{CPGI_j} = 1/n \sum_{i=1}^n cp g'_{ij} \quad j = 1, 2, 3, \dots, 36 \quad (14)$$

2 鄂尔多斯气候植物生产力与光温水配合分析

根据伊金霍洛旗 1953—1991 年历年各月逐旬的光温水资料,用公式(12)和(14)计算出 $\overline{CPGI_j}$,并分别与历年平均逐旬光、温、水以及光温复合结果进行比较分析,其结果列于图 1—图 4 和表 1。

表1 伊金霍洛旗39a平均逐旬光、温、水和气候植物生长指数

Table 1 The mean and standard deviation of sunshine hours, temperature, precipitation and CPGI in a 10-day period in Yijin Huoluo Banner during the past 39 years(1953—1991)

月 Month	1月 January	2月 February	3月 March	4月 April	5月 May	6月 June
旬 A 10-day period	上旬 First	中旬 Second	下旬 Last	上旬 First	中旬 Second	下旬 Last
温度 Temp.	均值 Mean -11.1 标准差 St.D 3.22	11.1 -9.4 3.90	11.1 -5.8 2.67	11.1 -2.9 2.53	11.1 1.8 2.36	11.1 1.8 1.88
降水 Prec.	均值 Mean 0.48 标准差 St.D 2.0	0.8 1.1 2.0	0.8 1.4 1.9	0.8 2.5 4.0	0.8 1.8 2.7	0.8 1.8 8.0
日照时数 Sun. hr.	均值 Mean 68.6 标准差 St.D 10.0	73.5 80.2 12.2	75.0 71.4 16.4	77.2 62.8 12.1	79.1 86.6 13.5	83.4 84.7 13.0
生长指数 Gro. Ind.	均值 Mean 0 标准差 St.D 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0
7月 July	8月 August	9月 September	10月 October	11月 November	12月 December	
旬 A 10-day period	上旬 First	中旬 Second	下旬 Last	上旬 First	中旬 Second	下旬 Last
温度 Temp.	均值 Mean 21.2 标准差 St.D 1.08	21.9 21.3 1.64	21.9 19.6 1.46	21.9 18.2 1.26	21.9 15.7 1.30	21.9 14.8 1.58
降水 Prec.	均值 Mean 25.2 标准差 St.D 22.4	40.3 49.9 44.9	40.3 27.4 24.8	40.3 30.1 28.6	40.3 19.7 14.1	40.3 14.8 26.2
日照时数 Sun. hr.	均值 Mean 91.6 标准差 St.D 11.3	93.4 84.6 17.9	88.3 82.8 16.9	88.3 80.0 15.5	84.3 79.2 17.7	82.4 77.6 15.6
生长指数 Gro. Ind.	均值 Mean 0.0506 标准差 St.D 0.0588	0.0554 0.0855 0.0702	0.0369 0.0439 0.0398	0.0128 0.0104 0.0118	0.0060 0.0039 0.0064	0.0081 0.0012 0.0037

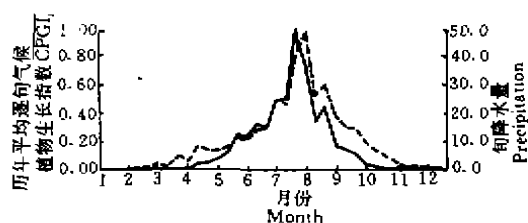


图 1 伊金霍洛旗 39a(1953—1991)平均逐月降水量与气候植物生长指数图

Fig. 1 The average of precipitation and the climate plant growth index in each period of ten days $\overline{CPGI}$, in Yijinhuoluo Banner over the 39 years (1953—1991)
——气候植物生长指数 $\overline{CPGI}$,旬降水量
Precipitation

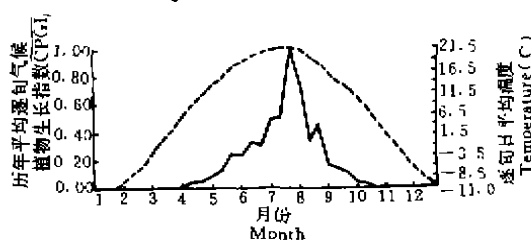


图 2 伊金霍洛旗 39a(1953—1991)平均逐月日均温与气候植物生长指数图

Fig. 2 The average of mean daily temperature and $\overline{CPGI}$, in each period of ten days in Yijinhuoluo Banner over the 39 years (1953—1991)
——气候植物生长指数 $\overline{CPGI}$,逐旬日平均温度
Mean daily temperature in period of ten days

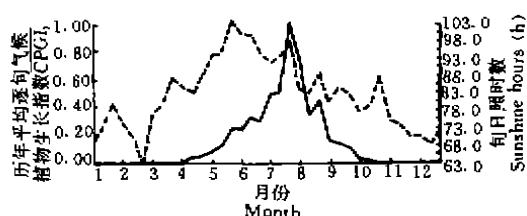


图 3 伊金霍洛旗 39a(1953—1991)平均逐月日照时数与气候植物生长指数图

Fig. 3 The average of sunshine hours and $\overline{CPGI}$, in each period of ten days in Yijinhuoluo Banner over the 39 years (1953—1991)
——气候植物生长指数 $\overline{CPGI}$,逐旬日照时数
Sunshine hours in a period of ten days

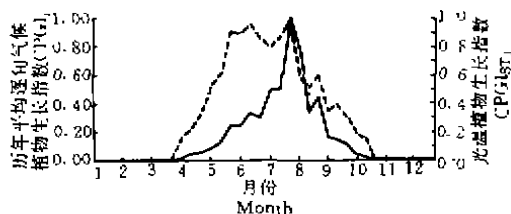


图 4 伊金霍洛旗 39a(1953—1991)平均逐月光、温植物生长指数与气候植物生长指数图

Fig. 4 The average of sunshine-temperature plant growth index $\overline{CPGI}_{st}$, and $\overline{CPGI}$, in each period of ten days in Yijinhuoluo Banner over the 39 years (1953—1991)
——气候植物生长指数 $\overline{CPGI}$,光温植物生长指数 $\overline{CPGI}_{st}$

从图表中可见,鄂尔多斯高原的光温水配合并不合理,这与以前的研究结果不同^[10,11]。日照时数的峰值比降水的峰值早出现 70d。在温度与降水的配合上分析,到了 6 月底,≥5℃ 的积温占全年总积温的 41%,而降水只占总降水的 23%,到 7 月中旬≥5℃ 的积温已占全年总积温的 54.5%,而降水只占 36.7%。由此可见,在 7 月下旬以前的生长季,基本上处于干旱缺水状态,这是制约该地区生物生长量的关键。如果只考虑光温条件,得到光温植物生长指数 $\overline{CPGI}_{st}$,与 $\overline{CPGI}$ 列于图 4,从图中可见,在水分较充足时,即每旬有 50mm 的降水条件下,年生长指数

$$\sum_{i=1}^n \overline{CPGI}_{st_i} = 11.1 \quad (15)$$

比受水分制约的生长指数

$$\sum_{i=1}^n \overline{CPGI}_i = 6.0 \quad (15)$$

增加 0.85 倍,如果再考虑植物生长的 Logistic 规律,在不考虑水分限制条件下,由于延长生长季所增加的植物净生长量将大大超过这一数字。此外,从表 1 可见,降水和气候植物生长指数

的标准差很大,也就是说,当年景好时,水分条件会有所改善,生长指数也相应增大,然而,在年景不好的年份,干旱问题尤为突出,因此,仅就均值进行分析尚不够,必须进行动态分析。

3 鄂尔多斯高原气候植物生长指数与畜牧生产动态分析

由公式(4)和(5)计算出的历年 $CPGI$ 和伊金霍洛旗历年牲畜存栏数和出栏数的动态关系列于图 5、图 6 和表 2。从图表中可见,牲畜存栏数与生长指数反应一致,而出栏数则与生长指数反应相反。从图表中分析到的结论只是定性的结果,要进一步得到定量的结论并进行预测预报,必须用 ARMAX 模型识别器进行识别。

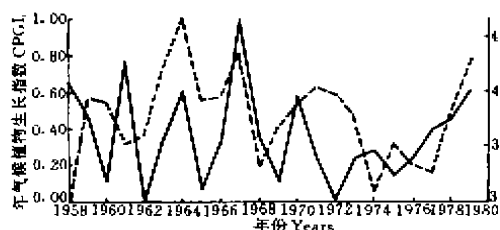


图 5 伊金霍洛旗 22a(1958—1979)牲畜存栏数与同期气候植物生长指数图

Fig. 5 The livestock population $CPGI$, in Yijinhuoluo Banner during the past 22 years(1958—1979)

——年气候植物生长指数 $CPGI$,牲畜存栏数 Livestock population

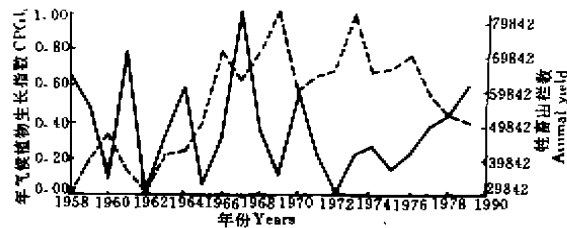


图 6 伊金霍洛旗 22a(1958—1979)牲畜出栏数与同期气候植物生长指数图

Fig. 6 The animal yield and $CPGI$, in Yijinhuoluo Banner during the past 22 years(1958—1979)

——气候植物生长指数 $CPGI$,牲畜出栏数 Animal yield

将经过标准化处理的牲畜存栏数和出栏数分别作为各自的系统输出, $CPGI$ 作为系统输入, 构建 ARMAX 模型如下:

$$LP(t) = 0.7661411LP(t-1) + 0.4625065CPGI(t) + E_{LP}(t) \quad (17)$$

$$AY(t) = 0.6693165AY(t-1) + 0.2234856AY(t-2) - 0.141139CPGI(t) + 0.3605128CPGI(t-2) + E_{AY}(t) \quad (18)$$

式中 $LP(t)$ 、 $CPGI(t)$ 和 $AY(t)$ 分别为第 t 年的牲畜存栏数, 气候植物生长指数和牲畜出栏数, $E_{LP}(t)$ 和 $E_{AY}(t)$ 分别为均值为零, 方差为 0.28253 和 0.31254 的高斯白噪声。从式中可见, 伊金霍洛旗的牲畜存栏数除了受随机因素 $E_{LP}(t)$ 和前一年的存栏数的影响外, 还受当年气候植物生长指数的制约, 即年景好, 当年存栏数高, 相反, 年景不好, 当年存栏数低。而出栏数除了与随机因素 $E_{AY}(t)$ 和前两年的出栏数有关外, 当年牲畜出栏数与当年气候植物生长指数成反比, 与两年前的气候植物生长指数成正比。

4 讨论与结论

4.1 鄂尔多斯高原水、热、光配合并不完全一致, 光、温在前, 降水滞后, 无外来水补给的地区, 不可能有很高的植被盖度。由于植物对水分利用不充分, 加之鄂尔多斯高原沙基质能有效地抑制水分蒸发, 使得该地区有丰富的浅层地下水资源, 因此, 在地下水资源丰富的地区, 通过投入一定的外能提水, 可望获得较高的植物生产力。

4.2 鄂尔多斯高原属于典型生态过渡带, 气候年际变化大。在 7、8 月份的雨季期间, 旬降水的变异系数均数接近 1, 因此, 仅用多年平均数来说明该地区的气候特征, 并以此推算其植物生产

力是不够的。由于沙渗透性好,土壤持水能力差,降水不能在土壤根系层中保留过长,因此,要对该地区气候-植物的关系有客观地了解,应尽可能避免用周期过长的统计资料。建议最好用旬或旬以下的统计资料。

表 2 伊金霍洛旗 22a 牲畜存栏数、出栏数与气候植物生长指数表

Table 2 The livestock population, yield and the climate plant growth indexes each year during past 22 years in Yijinhuoluo banner

年 份	Year	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968
存栏数 Livestock popul.	原始数据 Raw data	348263	443636	438211	400519	407578	470603	515589	441048	445292	483919	377942
	标准化数据 Std. data	0	0.5700	0.5376	0.3123	0.3545	0.7312	1.0000	0.5545	0.5799	0.8107	0.1774
出栏数 Yield	原始数据 Raw data	29842	40396	48125	37231	30325	41159	42835	51316	71724	63020	71404
	标准化数据 Std. data	0	0.1981	0.3432	0.1387	0.0091	0.2125	0.2439	0.4031	0.7863	0.6229	0.7803
生长指数 CPGI	原始数据 Raw data	0.8719	0.7199	0.4005	0.9774	0.3154	0.5852	0.8232	0.3649	0.5870	1.1679	0.6146
	标准化数据 Std. data	0.6553	0.4783	0.1064	0.7782	0.0073	0.3215	0.5986	0.0649	0.3236	1.0000	0.3557
年 份	Year	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
存栏数 Livestock popul.	原始数据 Raw data	415635	436728	452662	447643	426284	356864	398725	381930	373832	426869	474981
	标准化数据 Std. data	0.4026	0.5287	0.6239	0.5939	0.4663	0.0514	0.3016	0.2012	0.1528	0.4698	0.7573
出栏数 Yield	原始数据 Raw data	83109	60257	64001	66282	82746	65390	66497	70392	58948	53642	51230
	标准化数据 Std. data	1.0000	0.5710	0.6413	0.6841	0.9932	0.6674	0.6881	0.7613	0.5464	0.4468	0.4015
生长指数 CPGI	原始数据 Raw data	0.4070	0.7841	0.5135	0.3091	0.4999	0.5408	0.4320	0.5155	0.6382	0.6893	0.8199
	标准化数据 Std. data	0.1139	0.5531	0.2379	0	0.2222	0.2698	0.1433	0.2403	0.3832	0.4427	0.5948

因为该地区气候年际变化大,尤其是降水,因此,在该地区发展种植业,应利用当地地下水资源丰富的优势,建设良好的灌溉体系,以做到旱涝保收。

4.3 本文所用的畜牧生产数据正是人民公社期间的资料,数据准确,这一期间该旗的畜牧生产形式主要以天然放牧为主,牲畜的存栏数和出栏数与草场植物长势密切相关。本文的动态分析结果正反映了这一关系,这一方面说明,本文所构建的气候植物生长指数确实能在一定程度上反映天然草场植物生长的实际情况;另一方面牲畜存栏数明显随气候植物生长指数的波动而波动,说明伊金霍洛旗在主要靠天然放牧情况下,牲畜的存栏数在 43 万头上下已接近草场载畜量,当然,随年景变化允许有 10% 左右的波动。因此除非增加人工草地面积,挖掘该地区气候生产潜力,并改变原有的放牧制度,否则,盲目增加牲畜存栏数,必然造成草场退化。由出栏数与植物生长指数的分析得出,第 i 年的出栏数与两年前的气候植物生长指数 $CPGI(i-2)$ 成正比,这是切合实际的。在天然放牧情况下,从羔羊到大羊需要两年时间,通常要在羔羊长成

大羊后,才可能淘汰老羊。两年后,即 $(i-2)$ 年气候植物生长指数高,存栏数和羔羊数量多,两年后即第 i 年大羊和可供淘汰的老羊也多,可能的出栏数高。至于出栏数与当年的气候植物生长指数成反比,只能从两方面加以解释,其一是伊金霍洛旗从1958年到1979年人民公社期间牲畜的存栏数大部分年份均接近草场的载畜量,故当年景不好时,不得不靠增加牲畜出栏数,减少存栏数维持草畜平衡;其二是说明在这一时期,伊旗的畜牧生产管理水平很落后,生产过程不是按年景好,羊养肥了立刻出栏,而是在年景不好,草场难以维持当时的牲畜量时,才迫不得已将老瘦羊淘汰。

4.4 鄂尔多斯高原历史上曾是广泽清流、水肥草美的地方,沙地被灌丛固定^[17-20],公元五世纪赫连勃勃曾建都于南部的统万城^[19,20]。历史上汉唐等朝曾多次向此地移民和在此屯兵,大漠以北的少数民族曾多次南迁,使这里的人口和牲畜大量增加^[20,21],历史上虽曾有过几次农牧的变迁^[20],但在鄂尔多斯高原牧业一直占有重要地位。鄂尔多斯高原地处生态过渡带,生态环境比较脆弱,植物生长指数年际变化大(如图5、图6),牧业生产随植物生长指数波动而波动,对高原的景观和生物多样性造成极大破坏。这是因为,在植物生长指数较低的年份,植物在生长季开始的很长一段时期生长缓慢,灌木仅长出少量叶片,草量很低,牲畜须大面积采食,这对灌木生长很不利,加上牲畜的选择性采食,即首先采食适口性好的灌木及其幼苗,在这种长期的放牧压力下,大部分适口性好但耐牧性不高的物种逐渐从放牧中消失,存留的是耐牧性高的种类或者适口性差的种类和有毒植物,而且有毒植物和适口性差的种类分布范围不断在扩展,耐牧性高适口性好的种类则在放牧压力下分布范围日渐缩小。所以,虽然鄂尔多斯高原有灌木100种以上,常见种类并不多,最常见的是沙蒿(*Artemisia ordosica*)、锦鸡儿(*Caragana intermedia*, *C. korkinskii*)、沙柳(*Salix psammophila*)、牛心朴子(*Cynanchum komarovii*)等,其中沙蒿适口性不好,锦鸡儿被称为“三不死”(羊啃不死、天旱不死、刀砍不死),其耐牧性极高,沙柳生长于地下水位较高的滩地上,受气候波动影响较小,牛心朴子则为有毒植物。利用植物生长指数表示出鄂尔多斯高原气候波动的特性,可以解释其灌木物种丰富度高而均匀度差的生物多样性特点的成因。

4.5 在鄂尔多斯高原这样气候波动很大的生态过渡带,要发展高产稳产的畜牧业,必须发展人工草地,并辅以应急灌溉措施,以在植物生长指数较低的年份保障饲料供应。另外计算草场的载畜量不应只着眼于产草量,应把维持草场的生物多样性所需生物量考虑进去。不维持和管理草场的生物多样性,畜牧业的高产稳产也就不能实现。

参 考 文 献

- 1 Spurr S H, Barnes B V. *Forest Ecology*. New York, The Ronald Press Company, 1973
- 2 Thornthwaite C W. An Approach Toward A Rational Classification of Climate. *Geog. Rev.* 1948, 38: 55—94
- 3 黄秉维. 中国综合自然区划草案. 科学通报. 1959, 18
- 4 侯学煜. 中国植被图. 北京: 国家地图集编纂委员会. 1965
- 5 赵松乔. 中国综合自然地理区划的一个新方案. 地理学报. 1983, 38(1)
- 6 Holdridge L R. *Life Zone Ecology*. San Jose (Costa Rica): Tropical Science Center, 1967, 206
- 7 张新时. 植被的PE(可能蒸散)指标与植被-气候分类(一)——几种主要方法与PEP程序介绍. 植物生态学与地植物学学报. 1989, 13: 1—9
- 8 张新时. 植被的PE(可能蒸散)指标与植被-气候分类(二)——几种主要方法与PEP程序介绍. 植物生态学与地植物学学报. 1989, 13: 197—207
- 9 Paterson S S. *The Forest Area of the World and Its Potential Productivity*. Goteborg: Dept. Geography, Royal Univ. 1956, 216

- 10 孙惠南. 自然地理学中的农业生产潜力研究及我国农业生产潜力的分布特征. 地理集刊(第 17 集), 农业生产潜力研究. 北京: 科学出版社. 1985, 23—34
- 11 李博. 内蒙古鄂尔多斯高原自然资源与环境研究. 北京: 科学出版社. 1990, 1—6
- 12 陈国南. 用迈阿密模型测算我国生物生产量的初步尝试. 自然资源学报. 1987, 2(3): 270—277
- 13 Lieth H, Whittaker R H. *et al.* 王业蓬等译. 生物圈的第一性生产力. 北京: 科学出版社. 1985
- 14 Penman H L. *Vegetation and Hydrology*. Bur. Soils, Harpenden Tech. Commun. 1963, 53: 124
- 15 胡耀华. 农业生态学. 华南热带作物学院. 1981
- 16 北京大学地理系等. 毛乌素沙区自然条件及其改良利用. 北京: 科学出版社. 1983, 49
- 17 彼得洛夫 M II. 中国北部的沙漠(鄂尔多斯和阿拉善东部). 中国科学院治沙队主编. 沙漠地区的综合调查报告(第二号). 北京: 科学出版社. 1959
- 18 史培军. 地理环境演变研究的理论与实践——鄂尔多斯地区晚第四纪以来地理环境演变的研究. 北京: 科学出版社. 1991
- 19 朱士光. 评毛乌素沙地形成与变迁问题的学术讨论. 西北史地. 1986, (4): 17—27
- 20 史念海. 两千三百年来鄂尔多斯高原和河套平原农林牧业地区的分布及变迁. 北京师范大学学报(社会科学版). 1980, (6): 1—14
- 21 江应梁主编. 中国民族史. 北京: 民族出版社. 1993

STUDY ON THE CHARACTERISTICS OF CLIMATE AND THE DYNAMICS OF CLIMATE-PLANTS GROWTH INDEX(CPGI) AND SHEEP HUSBANDRIAL PRODUCTION IN THE ECOTONE ON THE ORDOS PLATEAU

Xie Haisheng Chen Zhongxin

(Laboratory of Quantitative Vegetation Ecology, Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100044)

Zhao Yuxing

(Ordos Sanddune and Grassland Ecological Station, Institute of
Botany/CAS and Ihju League/Inner Mongolia Autonomous Region, Dongsheng, 017000)

It was found that all of the existing models and indexes for climate-plants relationship which were mainly used in the spatial classification of vegetation and climate were not suitable to analyze the dynamics of climate and plants in the ecotone on the Ordos Plateau which is typical in north China with an obviously changed climate a response-sensitive ecosystem. For this reason, a climate-plants growth index (CPGI) which can be used to describe the characteristics of climate in the ecotone was constructed, based on an analysis of the characteristics of local climate by using the climatic data over 39 years (1953—1991) from the Yijinhuoluqi Meteorological Station in the middle of the Ordos Plateau. Then an ARMAX model was constructed, based on an analysis of the dynamics of both CPGI and the amounts of livestock on hand and out of hand under the condition of livestock natural grazing on the Ordos Plateau, by using the historical data (1958—1979) on the amounts of livestock on hand and out of hand in the same area under the condition of natural grazing closely related to the dynamics of vegetation. The results show that on the Ordos Plateau the climate was susceptible; precipitation varied largely between years; the sunshine, temperature and water were not in a harmonious combination with the precipitation preceded by both sunshine and temperature, leading to a lower productivity of natural vegetation. In the case of natural grazing, the production of sheep husbandry which were mainly dependent on whether or not the pasture vegetation was doing well was closely related to CPGI. This indicates that the CPGI indeed

reflected to a certain extent the relationship between the local climate and plant growth and would undoubtedly have an important role in studying the biodiversity of local plants to play.

Key words: Ordos Plateau, ecotone, CPGI, biodiversity, dynamic analysis, ARMAX model.

信息

“首届全国生物多样性 保护与持续利用研讨会”在京召开

由中国科学院生物多样性委员会、林业部野生动物和森林植物保护司以及中国植物学会青年工作委员会共同组织的首届全国生物多样性保护与持续利用研讨会于1994年9月15—17日在北京香山召开。来自24个省市自治区的165名代表出席了会议。

中国科学院副院长、中科院生物多样性委员会主任许智宏教授致开幕词,中国植物学会理事长张新时院士致闭幕词。国家科委社会发展科技司王葆青副司长、林业部野生动物和森林植物保护司司长甄仁德先生、副司长陈人杰先生,广西科学院院长、中科院和物多样性委员会常务副主任钱迎倩教授、中科院自然与社会协调发展局刘安国局长、佟风勤副局长等出席会议并作了重要讲话。

专题报告分植物多样性、动物与微生物多样性和生态系统多样性与信息管理3个部分,共66位专家报告了各自的研究成果,并与到会的专家开展了热烈的讨论。

植物多样性组的报告主要包括濒危植物的现状与保护、重要植物的遗传多样性研究、植物物种多样性空间分布格局分析等。研究对象上也比较全面,既有维管束植物,又有苔藓和藻类。在一定程度上展示了我国植物多样性方面的研究水平

动物和微生物多样性组的报告主要包括不同地区或不同群落动物与微生物资源的现状、保护及其与经济的关系,重要动物种群生存力分析以及某些类群标本收藏网络的建立等。本组的报告将生物多样性的研究与经济的持续发展紧密地联系在一起,同时还有诸如种群生存力分析等比较前沿的研究成果。

生态系统多样性信息管理组的报告内容十分丰富,几乎涉及了中国各种重要的生态系统类型。除对森林、草地、湿地、淡水、海洋生态系统的现状与保护对策进行了比较全面的介绍和热烈讨论之外,退化生态系统的恢复与重建成为主要议题之一。人类活动及全球变化对生态系统多样性的影响及少数民族的传统文与生物多样性保护也受到了与会者的高度重视。值得指出的是生物多样性信息管理相对其它几方面的工作还比较薄弱。与会者对此有很大兴趣,也希望信息管理方面的专家能投入较大的精力于生物多样性信息管理中,以促进中国生物多样性保护与持续利用工作的健康发展。

大会组织者经过协商,决定正式出版会议论文集,并成立该文集的编辑委员会,安排了具体的工作日程。该文集可望在1995年7月正式出版。

这次会议,在有关部门和领导的支持下,全体与会代表共同努力,达到了广泛进行学术交流建立联系与合作关系的预期目的。

这次会议对于我国生物多样性保护与持续利用的研究与实践无疑具有重要的促进作用。并为《中国生物多样性行动计划》及其相关行动的落实奠定基础,是一次具有深远意义的大会。

本刊讯