

改进的综合顺序分类法在青海草地分类中的应用

李红梅^{1,2}, 马玉寿^{1*}

(1. 青海大学畜牧兽医科学院, 青海 西宁 810001; 2. 青海省气候中心, 青海 西宁 810001)

摘要:本研究统计分析青海省50个气象台站1961—2006年的气象资料,利用改进后的综合顺序分类法划分了青海草原类型第1级—“类”。根据划分结果将全省草地划分为11类,基本符合青海草地类型分布特征,说明了改进的综合顺序分类法在青海进行植被类型划分是可行的。选择刚察、玛多、格尔木3个有代表性的地区,统计分析了它们的湿润度 K 值和 $>0^{\circ}\text{C}$ 年积温的变化趋势,同时分析了草场的演替趋势。

关键词:青海;综合顺序分类法;草场演替

中图分类号:S812.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1004-5759(2009)02-0076-07

* 综合顺序分类法其全称为气候—土地—植物综合顺序分类法,是任继周、胡自治、牟新待等^[1~6]在草原发生与发展理论的指导下,参考并吸收世界各国草原分类方法的优点,提出的一种草原分类方法。1995年胡自治等^[6]对综合顺序分类法进行了新的改进,改进的主要内容有:将原来的8个热量级简化为7个热量级;湿润度级的定量值由小数后2位简化为1位;将原来以亚类处理的非地带性草甸与沼泽提高到类一级。通过以上的改进,使该方法更趋完善^[1~4]。综合顺序分类法把量的概念引入草地分类的范畴,很大程度上减少了人为因素的影响,更具科学性和实用性^[5,6]。这种方法进行草原类型划分时,采用类组、类、亚类、型、亚型和微型等单位,其中类组、亚类、型、亚型和微型等都是辅助单位,而类是综合顺序分类法的基本单位。综合顺序分类法中,根据地带性生物气候特征划分,以量化的生物气候指标: $>0^{\circ}\text{C}$ 年积温($\sum\theta$)和湿润度(K)为依据,将具有同一热量级和湿润度级相结合的草地划分为类。

某地区的热量和降水是决定其草场类型最主要的因素,当该区热量和降水条件发生改变时,必然会导致草场类型发生改变。近年来,由于在全球气候发生变化的影响下,青海高原的气候条件也发生了明显的变化,受其影响的草场类型也必然会发生一定的变化。

1 材料与方法

1.1 资料

选用青海省50个气象台站1961—2006年日平均气温和降水量资料,青海草地资源、畜牧业、土壤类型分布等资料,我国草原类型第1级一类的检索图。

1.2 方法

1.2.1 青海草场类型的划分 参照我国草原分类的热量级及其相当的自然带表(表1)和湿润度级及其相应的自然景观表(表2),根据青海省50个气象台站1961—2006年的气象资料,统计每个气象站 $>0^{\circ}\text{C}$ 的年积温($\sum\theta$)和年降水量 r ,根据公式: $K=r/(0.1\times\sum\theta)$ 。计算出每个气象站的湿润度,利用计算出的结果在我国草原类型第1级一类的检索图检索出每个气象台站所属地区的草场类型。

1.2.2 草场类型演替趋势分析 选取格尔木、刚察、玛多3个地区,分别代表柴达木盆地、环湖区和青南地区,统计分析它们湿润度 K 值和 $>0^{\circ}\text{C}$ 年积

表1 我国草原分类的热量级及其相当的自然带

Table 1 The thermal grades and their related natural zones of grassland classification

热量带 Thermal grades	$>0^{\circ}\text{C}$ $\sum\theta$	相当的自然带 Related natural zone
寒冷 Frigid	$<1\ 300$	(高)寒带 (Alpine) frigid zone
寒温 Cold temperate	$1\ 300\sim 2\ 300$	寒温带 Cold temperate zone
微温 Cool temperate	$2\ 300\sim 3\ 700$	中温带 Cool temperate zone
暖温 Warm temperate	$3\ 700\sim 5\ 300$	暖温带 Warm temperate zone
暖热 Warm	$5\ 300\sim 6\ 200$	北亚热带 North subtropic
亚热 Subtropical	$6\ 200\sim 8\ 000$	南亚热带 South subtropic
炎热 Tropical	$>8\ 000$	热带 Tropic

* 收稿日期:2008-06-26;改回日期:2008-09-18

作者简介:李红梅(1976-),女,山东曹县人,在读硕士。E-mail:lhm761026@tom.com

* 通讯作者。

表 2 我国草原分类的湿润度级及其相应的自然景观

Table 2 Humidity grades and their related natural landscape of grassland classification

湿润度级 Humidity grades	K 值 K value	相应的自然景观 Related natural landscape
极干 Extraarid	<0.3	荒漠 Desert
干旱 Arid	0.3~0.9	半荒漠 Semidesert
微干 Semi-arid	0.9~1.2	典型草原、干生阔叶林、稀数草原 Typical steppe, xerophytic forest, savanna
微润 Subhumid	1.2~1.5	森林、森林草原、草原、稀数草原、草甸 Forest, forest steppe, steppe, savanna, meadow
湿润 Humid	1.5~2.0	森林、草甸、冻原 Forest, meadow, tundra
潮湿 Perhumid	>2.0	森林、草甸、冻原 Forest, meadow, tundra

温($\Sigma\theta$)的变化特征,根据表示类与类之间的亲缘关系的类型指数来分析其草场类型演替趋势。

2 结果与分析

2.1 青海草地类型分布及其描述

根据计算结果和我国草原类型第 1 级一类的检索图,可将青海省草地类型划分为 11 类^[7~11]。各地草场分类结果如图 1 所示。

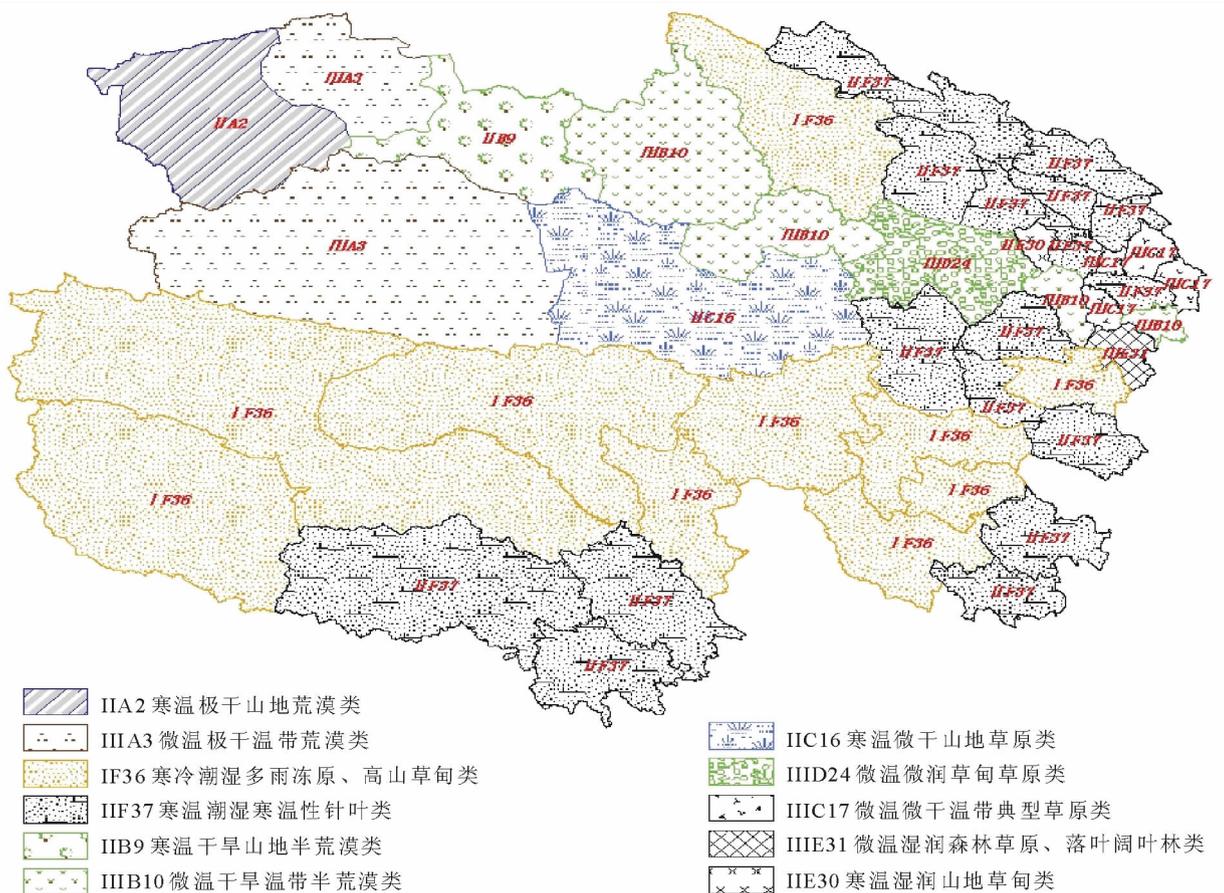


图 1 青海省草场类型第 1 级一类的分布图

Fig. 1 Classification of the first grade of grassland class in Qinghai

IIA2: Cold temperate-extrarid montane desert; IIA3: Cool temperate-extrarid temperate zona desert; IIB9: Cold temperate-arid montane semidesert; IIC16: Cold temperature-semiarid montane steppe; IIIC17: Cool temperate-semiarid temperate typical steppe; IIID24: Cool temperature-subhumid meadow steppe; IIE30: Cold temperate-humid montane meadow; IF36: Frigid perhumid rain tundra. alpine meadow; IIF37: Cold temperate-perhumid cold conifer forest; IIIB10: Cool temperate-arid temperate zonal semidesert; IIIE31: Cool temperate-humid forst steppe. deciduous broad leaved forest

2.1.1 微温干旱温带半荒漠类 草地湿润度 K 值 0.3~0.9, >0℃年积温 2 300~3 700℃, 年平均降水量 171.7~262.7 mm, 年平均温度 3.4~8.7℃, 年极端最高气温 32.0~38.7℃, 年极端最低气温 -28.4~-19.9℃, 海拔 1 870.3~2 981.5 m。主要分布在德令哈、贵德、循化、乌兰等地。土壤以灰钙土为主。草地植物主要以多年生旱生草本植物为主, 优势种有短花针茅(*Stipa breviflora*)、大针茅(*Stipa grandis*)、戈壁针茅(*Stipa tianschanica* var. *gobica*)、克氏针茅(*Stipa krylovii*)、芨芨草(*Achnatherum splendens*)、青海固沙草(*Orinus kokonorica*)及红砂(*Reaumuria soongarica*)、冷蒿(*Artemisia frigida*)等。主要伴生种有阿尔泰狗哇花(*Heteropappus altaicus*)、骆驼蓬(*Peganum harmala*)、猪毛菜(*Salsola collina*)、棘豆(*Oxytropis subfalcata*)等。草地盖度变幅较大, 一般为 35%~60%。平均 0.067 hm² 产鲜草 100 kg 左右, 是良好的冬季牧场。

2.1.2 寒温微干山地草原类 草地湿润度 K 值 0.9~1.2, >0℃年积温 1 300~2 300℃, 年平均降水量 195.2~208.2 mm, 年平均温度 1.6~3.2℃, 年极端最高气温 29.8~32.2℃, 年极端最低气温 -31.3~-29.8℃, 海拔 3 087.6~3 191.1 m。主要分布在都兰、茶卡地区。土壤以山地淡栗钙土为主。草地植物以冰草(*Agropyron cristatum*)、芨芨草、克氏针茅、短花针茅为优势种。主要伴生种有茵陈蒿(*Artemisia capillaris*)、冷蒿等。草地盖度 30%~50%, 平均 0.067 hm² 产鲜草约 120 kg 左右 是绵羊、骆驼的冬春草地。

2.1.3 微温微干温带典型草原 草地湿润度 K 值 1.5~2.0, >0℃年积温 2 300~3 700℃, 年平均降水量 327.8~346.0 mm, 年平均温度 7.0~7.9℃, 年极端最高气温 37.2~40.3℃, 年极端最低气温 -23.6~-19.8℃, 海拔 1 813.9~2 125.0 m。主要分布在尖扎、乐都、民和、平安等地。土壤以栗钙土为主。草地植物以丛生禾草占优势, 主要有甘青针茅(*Stipa przewalskyi*)、大针茅、长芒草(*Stipa bungeana*)、白草(*Pennisetum centrasiaticum*)、白羊草(*Bothriochloa ischcemum*)、白莲蒿(*Artemisia sacrorum*)、蒙古蒿(*Artemisia mongolica*)等。常见伴生种有羊茅(*Festuca ovina*)、苔草(*Carex dimorpholepis-Carex cernud*)、二裂萎陵菜(*Potenilla bifurca*)等。草地盖度 30%~80%, 平均 0.067 hm² 产鲜草 140 kg 左右, 是牛、羊的冬春草地。

2.1.4 微温微润草甸草原类 草地湿润度 K 值 1.2~1.5, >0℃年积温 2 300~3 700℃, 年平均降水量 317.8~381.0 mm, 年平均温度 4.1~6.4℃, 年极端最高气温 33.7~38.7℃, 年极端最低气温 -24.9~-27.7℃。海拔 2 295.2~2 835.0 m。主要分布在西宁、共和盆地。土壤以暗栗钙土和黑钙土为主。草地植物以丛生禾草大针茅、短花针茅、芨芨草、西北针茅(*Stipa sareptana* var. *krylovii*)、固沙草(*Orinus thoroldii*)及小半灌木冷蒿为优势种; 主要伴生种有赖草(*Leymus secalinus*)、茵陈蒿、细叶苔草(*Carex rugulosa*)、猪毛菜、驼绒藜(*Ceratoides latens*)、二裂萎陵菜等。草地盖度在 60%以上, 0.067 hm² 产青草 100 kg 左右, 是放牧家畜及役用畜的冬春放牧地。

2.1.5 微温湿润森林草原、落叶阔叶林类 草地湿润度 K 值 1.5~2.0, >0℃年积温 2 300~3 700℃, 年平均降水量 408.4 mm, 年平均温度 5.6℃, 年极端最高气温 35.0℃, 年极端最低气温 -23.0℃, 海拔 2 400 m, 主要分布在同仁县。该类草地是森林草原向森林的过渡植被。主要树种有云杉(*Picea asperata*)、圆柏(*Sabina chinensis*)、白桦(*Betula platyphylla*)和青杨(*Populus cathayana*)。林下灌木有金露梅(*Potentilla fruticosa*)、高山柳(*Salix taiwanalpina*)等。草本植物有矮生嵩草(*Kobresia humilis*)、线叶嵩草(*Kobresia capillifolia*)、早熟禾(*Poa annua*)、羊茅、珠芽蓼(*Polygonum viviparum*)等。草地盖度 80% 以上, 0.067 hm² 产青草 200 kg 左右。是放牧家畜的冬春牧场。

2.1.6 寒冷潮湿多雨冻原、高山草甸类 草地湿润度 K 值 >2.0, >0℃年积温 0~1 300℃, 年平均降水量 278.0~546.1 mm, 年平均温度 -5.4~-1.2℃, 年极端最高气温 22.3~28.4℃, 年极端最低气温 -45.2~-34.4℃。海拔 3 367.0~4 612.2 m。主要分布在托勒、野牛沟、伍道梁、泽库、托托河、治多、曲麻莱、玛多、清水河、大武、甘德、天峻、达日等地。土壤以高山草甸土、草甸沼泽土、高山灌丛草甸土、碳酸盐灰褐土为主。草地植物以高山嵩草(*Kobresia pygmaea*)、矮生嵩草、藏嵩草(*Kobresia tibetica*)、华扁穗草(*Blysmus sinocompressus*)、垂穗披碱草(*Elymus nutans*)、早熟禾、垂穗鹅观草(*Roegneria nutans*)及灌木高山柳、甘肃嵩草(*Kobresia kansuensis*)及灌木金露梅、高山柳、杜鹃(*Rhododendron xiguense*)、线叶嵩草、嵩草(*Kobresia myosuroides*)、黑褐苔草(*Carex atrofusca*)等为主, 伴生种较多。主要有垫状点地梅(*Androsace tapete*)、细叶苔草、异穗苔草(*Cyperaceae, Carex*

heterostachya)、紫羊茅(*Festuca rubra*)、美丽风毛菊(*Saussurea pulchra*)、珠芽蓼等。草地盖度 40%~90%。0.067 hm² 产青草约 260 kg 左右,本类草地质量好,产量高,是青海省天然草地的精华;由于分布广,面积大,形成了本省天然草地的主体。

2.1.7 寒温潮湿寒温性针叶林类 草地湿润度 K 值 >2.0 , $>0^{\circ}\text{C}$ 年积温 1 300~2 300 $^{\circ}\text{C}$, 年平均降水量 356.5~752.1 mm, 年平均温度 $-1.0\sim 4.6^{\circ}\text{C}$, 年极端最高气温 26.2~34.9 $^{\circ}\text{C}$, 年极端最低气温 $-37.2\sim -24.8^{\circ}\text{C}$ 。海拔 2 450.0~4 066.4 m。主要分布地区为:玉树、昂欠、班玛、久治、杂多、大通、湟中、互助、化隆、海晏、河南、同德、祁连、刚察、门源、兴海、贵南。土壤以暗棕壤,漂灰土、淋溶灰褐土和灰黑土为主。主要树种有青海云杉(*Picea crassifolia*)、紫果云杉(*Picea purpurea*)、祁连圆柏(*Sabina przewalskii*)、大果圆柏(*Sabina tibetica*)、等。常见伴生种有白桦(*Betula platyphylla*)、糙皮桦(*Betula utilis*)、山杨(*Populus davidiana*)等。林下灌木有金露梅、孔氏忍冬(*Lonicera ruprechtiana*)、西藏忍冬(*Lonicera ceerulea*)等;草本层优势种有线叶嵩草、矮生嵩草、早熟禾、珠芽蓼等。牧草覆盖度 20%~60%, 0.067 hm² 产青草约 180 kg 左右。

2.1.8 寒温湿润山地草甸类 草地湿润度 K 值 1.5~2.0, $>0^{\circ}\text{C}$ 年积温 1 300~2 300 $^{\circ}\text{C}$, 年平均降水量 409.6 mm, 年平均温度 3.1 $^{\circ}\text{C}$, 年极端最高气温 32.7 $^{\circ}\text{C}$, 年极端最低气温 -30.9°C 。海拔 2 634.3 m。主要分布在湟源。土壤为淋溶灰褐土,质地为中壤。草地植被以苔草为主,常见的伴生种有珠芽蓼、羊茅、早熟禾、赖草、垂穗披碱草、美丽风毛菊等。草本植物高 10~30 cm,覆盖度约 40%。

2.1.9 寒温干旱山地半荒漠类 草地湿润度 K 值 0.3~0.9, $>0^{\circ}\text{C}$ 年积温 1 300~2 300 $^{\circ}\text{C}$, 年平均降水量 86.7 mm, 年平均温度 1.9 $^{\circ}\text{C}$, 年极端最高气温 33.0 $^{\circ}\text{C}$, 年极端最低气温 -34.2°C 。海拔 3 173.0 m。这种类型的草地主要分布在大柴旦。土壤以灰棕漠土、棕钙土和盐化棕钙土为主。草地植物种类稀少,以超旱生植物为主。主要优势种有细枝盐爪爪(*Kalidium gracile*)、尖叶盐爪爪(*Kalidium cuspidatum*)、红砂、猪毛菜、沙蒿(*Artemisia desertorum*)、驼绒藜、白刺(*Nitraria tangutorum*)、沙拐枣(*Calligonum arborescens*)、黑果枸杞(*Lycium ruthenicum*)和小乔木梭梭(*Haloxylon persicum*)等。伴生种有短花针茅、无芒隐子草(*Cleistogenes songorica*)、芦苇(*Phragmites australis*)等。小半灌木高 20~30 cm,灌木和乔木高 1.5~3.0 m。总盖度 15%~30%,草地 0.067 hm² 产青草约 100 kg 左右。

2.1.10 寒温极干山地荒漠类 草地湿润度 K 值 <0.3 , $>0^{\circ}\text{C}$ 年积温 1 300~2 300 $^{\circ}\text{C}$, 年平均降水量 47.6 mm, 年平均温度 1.4 $^{\circ}\text{C}$, 年极端最高气温 30.3 $^{\circ}\text{C}$, 年极端最低气温 -31.3°C 。海拔 2 944.8 m。主要分布在茫崖。土壤为灰棕漠土和盐化棕钙土。该类草地牧草种类简单,主要以超旱生半灌木,小半灌木的里海盐爪爪(*Kalidium caspicum*)、细枝盐爪爪、红砂、蒿叶猪毛菜(*Salsola abrotanoides*)为优势种。常见伴生种有阿尔泰狗哇花,碱蓬(*Suaeda salsa*)等。植被稀疏而低矮,高度一般为 10~25 cm,盖度 15%~30%。平均 0.067 hm² 产青草约 60 kg 左右。宜作山羊、骆驼的冬春放牧地。

2.2 划分结果分析

从上述划分结果可知,全省 11 类草场类型中,以寒温潮湿寒温性针叶林类和寒冷潮湿多雨冻原、高山草甸类居多,分别有 17 个和 13 个地区,分布面积较广,是青海省的主要草场类型。和 1992 年杜铁瑛利用此方法对青海省草场类型划分的结果比较,除去因热量级划分指标不一致的影响因素外,青海省草地类型增加了寒温干旱山地半荒漠类和寒温湿润山地草甸类 2 种类型,但这 2 种草地类型分布面积不大,主要是在大柴旦和湟源地区分布。

青海草场类型发生变化的主要原因为,近年来青海高原年平均气温呈明显上升趋势,特别是进入 20 世纪 90 年代以来这种情形尤为明显。在这种气候变化背景下,天然牧草的生境条件也发生了一系列的变化,因此草地类型必然发生一定的变化。以湟源地区为例,1961—1992 年 $>0^{\circ}\text{C}$ 年积温和年降水量分别为 2 046.4 $^{\circ}\text{C}$ 和 410.5 mm,而在 1993—2006 年期间 $>0^{\circ}\text{C}$ 年积温和年降水量分别为 2 151.4 $^{\circ}\text{C}$ 和 407.4 mm。因此草地类型由原来的冷温潮湿针叶林(以改进后的热量级来划分应为寒温潮湿寒温性针叶林类)演替为寒温湿润山地草甸类。

2.3 草场类型演替趋势分析

对于任何草地类型而言,都有它生存的适宜环境条件和生存条件的阈值,当生存环境发生改变且达到一定限度,超过了生存条件的阈值时,草地类型就会发生改变。而草原类与类之间的亲缘关系可以用类型指数 ω 来度

量,它是用来表示草原类型之间亲缘关系的量纲,并可以用来度量草场的演替程度^[12]。

$$\omega = \begin{cases} \frac{k_b}{k_a}, & k_a \geq k_b \\ \frac{k_a}{k_b}, & k_a \leq k_b \end{cases}$$

式中, k_a 、 k_b 分别表示 a 类草原和 b 类草原的 K 值。利用上式计算出的类型指数,参照表 3 可以估测草地类型的演变规律和趋向,并可以通过计算看出它的演替程度。

表 3 草类生境适宜度分级表

Table 3 Grass suitable habitat class

ω 的分级值 ω value	适宜度分级 Suitable class	生长表现 Growth performance
0.9~1.0	I 最适生境 Optimum habitat	生长繁殖正常 Normal vegetative and reproductive growth
0.7~0.9	II 良好生境 Good habitat	生长有不适应表现,繁殖正常 Abnormal vegetative growth, normal reproduction
0.5~0.7	III 不良生境 Adverse habitat	生长有不适应表现,繁殖不正常 Abnormal vegetative growth, abnormal reproduction
0.3~0.5	IV 边缘生境 Marginal habitat	生长不正常,不能繁殖 Abnormal vegetative growth, infertility
0.3	V 生命禁区 Forbidden zone	营养体严重不正常,不能繁殖,或不能建植 Badly abnormal vegetative body, infertility

湿润度 K 值和 $>0^\circ\text{C}$ 的年积温是决定一个地区生存环境的重要指标,它们的变化势必会引起草场类型发生相应的改变^[13~15]。现选取格尔木、刚察、玛多 3 个地区,分别代表柴达木盆地、环湖区和青南地区,统计分析它们湿润度 K 值、 $>0^\circ\text{C}$ 年积温 ($\sum\theta$) 和类型指数 ω 的变化特征,从而找出它们的演替趋势。

格尔木、刚察、玛多 $>0^\circ\text{C}$ 年积温变化趋势如图 2 所示,在全球气候变暖的背景条件下,柴达木盆地、环湖区和青南地区积温自 20 世纪 60 年代到 21 世纪初呈明显的上升趋势。其中,柴达木盆地上升幅度为 $100.3^\circ\text{C}/10\text{a}$,趋势较为明显。刚察和玛多上升幅度分别为 44.7 和 $27.1^\circ\text{C}/10\text{a}$ 。湿润度 K 值变化趋势如图 3 所示,其中刚察呈明显地递减趋势,递减率为 $0.080/10\text{a}$,格尔木和玛多递减率分别为 0.007 和 $0.006/10\text{a}$,呈缓慢递减趋势。青海省上述 3 个区域近半个世纪以来,气候变化总体朝暖干化方向发展。

格尔木、刚察、玛多 3 个地区在气候暖干化的影响下,演替方向分别为微温极干温带荒漠类→温暖极干暖温带荒漠类,寒温潮湿寒温性针叶林类→微温湿润森林草原、落叶阔叶林类,寒冷潮湿多雨冻原、高山草甸类→寒温湿润山地草甸类。因格尔木地区湿润度级为极干,因此不再进行类型指数的计算。现利用类型指数 ω 计算公式,以 10 年为期限计算刚察、玛多 2 个地区的适宜度指数,计算结果见表 4。环湖区草场类型由寒温潮湿寒温性针叶林类逐渐演替为微温湿润森林草原、落叶阔叶林类的适宜度指数由 0.50 增加为 0.58。青南地区草场类型由寒冷潮湿多雨冻原、高山草甸类演替为寒温湿润山地草甸类的适宜度指数在 1961—1990 年期间呈下降趋势,但随着近年来气候的不断变暖,自 1990 年开始适宜度指数不断增加。

3 结论

在对比分析前人所划分的青海草场类型的基础上,利用改进的综合顺序分类法划分青海省草场类型,根据划分的结果和对草场类型演替的分析大体可以得出以下结论。

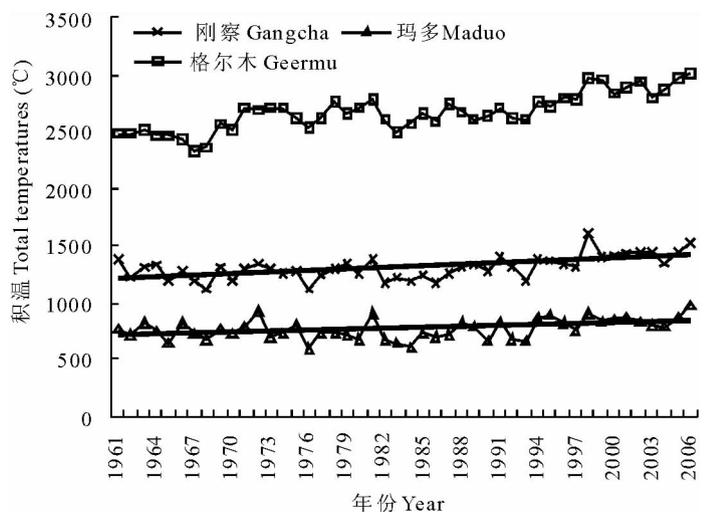


图 2 格尔木、刚察、玛多 $>0^\circ\text{C}$ 的年积温变化趋势

Fig. 2 Trends of $>0^\circ\text{C}$ annual total temperatures changes of Geermu, Gangcha and Maduo

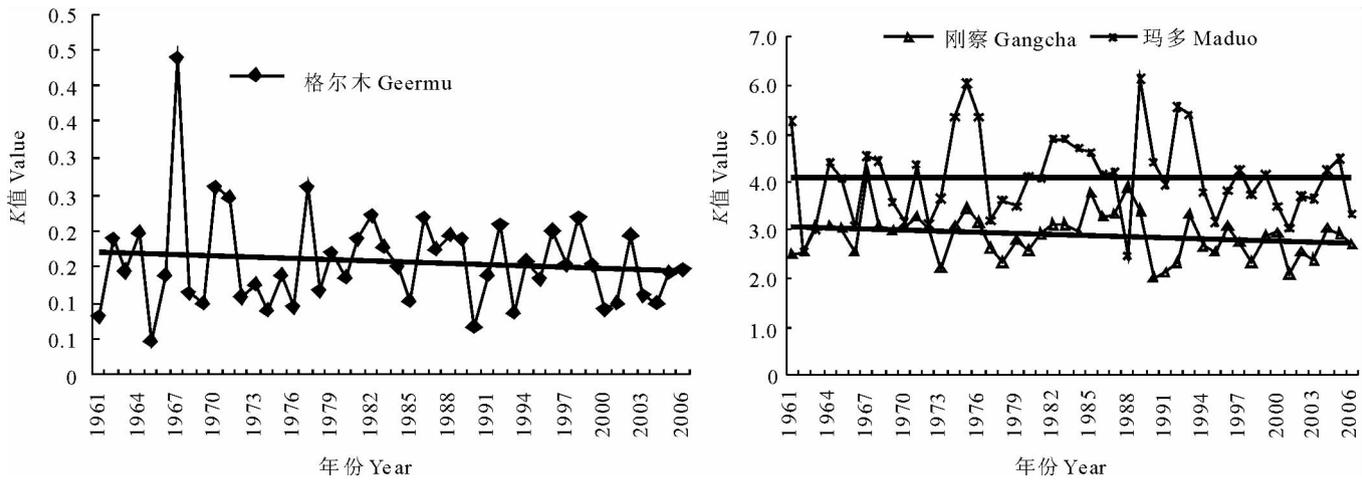


图 3 格尔木、刚察、玛多 K 值变化趋势

Fig. 3 Trends of K value changes of Geermu, Gangcha and Maduo

表 4 草类生境适宜度计算

Table 4 The account of grass suitable habitat

年份 Year	1961—1970	1971—1980	1981—1990	1991—2000	2000—2006
刚察 Gangcha	0.50	0.52	0.47	0.56	0.58
玛多 Maduo	0.38	0.35	0.30	0.37	0.41

3.1 在青海,利用改进的综合顺序分类法划分青海草地类型是可行的,所划出的结果基本符合青海草地分布特征。

3.2 全省草地类型可分为 11 类,分别是:寒温极干山地荒漠类、寒温干旱山地半荒漠类、寒温湿润山地草甸类、寒温潮湿寒温性针叶林类、寒冷潮湿多雨冻原、高山草甸类、微温湿润森林草原、落叶阔叶林类、微温微润草甸草原类、微温微干温带典型草原类、寒温微干山地草原类、微温干旱温带半荒漠类、微温极干温带荒漠类。以寒温潮湿寒温性针叶林类和寒冷潮湿多雨冻原、高山草甸类居多。从类的检索图上看,这些草地类型都分布在其左上角。从而说明了青海草地类型复杂多样和具有一定的特殊性。

3.3 近年来,由于气候条件的变化,使青海省各地草场类型发生了不同演替方向,但主要是向暖干化方向发展。

3.4 我省幅员辽阔,地形多以山地地形为主,气候类型复杂多样,气象台站的覆盖率较低且分布不均,尤其是我省西部地区分布稀疏,目前还是地面气象资料的缺乏区。因此所划分出的类型不够精细,很多由于小气候影响而形成的类型不能反映出来,有待今后研究。

参考文献:

[1] 胡自治. 草原分类学概论[M]. 北京:中国农业出版社,1997. 225-240.
 [2] 任继周. 草原调查与规划[M]. 北京:农业出版社,1985.
 [3] 任继周. 草业科学研究方法[M]. 北京:中国农业出版社,1998. 124.
 [4] 任继周,胡自治,牟新待. 我国草原类型第一级分类的生物气候指标[J]. 甘肃农业大学学报,1965,(1):48-64.
 [5] 任继周,胡自治,牟新待,等. 草原综合顺序分类法及其草原发生学意义[J]. 中国草原,1980,(1):12-24.
 [6] 胡自治,高彩霞. 草原综合顺序分类法的新改进(I)类的划分指标及其分类的检索图[J]. 草业学报,1995,4(3):1-7.
 [7] 张永亮,魏绍诚. 用综合顺序分类法对内蒙古草原分类的研究[J]. 中国草地,1990,5:14-20.
 [8] 杜铁英. 用综合顺序分类法对青海草地分类的探讨[J]. 草业科学,1992,5:28-32.
 [9] 马红彬,王宁. 宁夏草地的分类[J]. 宁夏农学院学报,2000,2:62-67.

- [10] Heden L, Kerguelen M. Grassland types of France[J]. Journal of British Grassland Society, 1966, (1): 29-31.
- [11] 黄敬峰. 牧草与气象研究综述[J]. 国外畜牧学—草原与牧草, 1992, (1): 1-5.
- [12] 任继周. 分类、聚类与草原类型[J]. 草地学报, 2008, 16(1): 4-10.
- [13] 汪青春. 牧草生长发育与气象条件的关系及气候年景研究[J]. 中国农业气象, 1998, 19(3): 1-7.
- [14] 王谋, 李勇, 白宪洲, 等. 全球变暖对青藏高原腹地草地资源的影响[J]. 自然资源学报, 2004, 19(3): 331-336.
- [15] 秦大河、丁一汇、苏纪兰, 等. 中国气候与环境演变评估(I): 中国气候与环境变化及未来变化[J]. 气候变化研究进展, 2005, 1(1): 4-9.
- [16] 张耀生, 赵新全, 周兴民. 青海省草地畜牧业可持续发展战略与对策[J]. 自然资源学报, 2000, 15(4): 328-334.
- [17] 郑华平, 陈子萱, 王生荣, 等. 施肥对玛曲高寒沙化草地植物多样性和生产力的影响[J]. 草业学报, 2007, 16(5): 34-39.
- [18] 孙步功, 龙瑞军, 王长庭. 青藏高原祁连山东段高寒小嵩草草甸植物种群物候学研究[J]. 草业学报, 2007, 16(3): 128-131.
- [19] 杨秀海, 扎西央宗, 卓嘎. 西藏那曲地区植被覆盖状况与气象条件分析[J]. 草业学报, 2008, 17(2): 102-109.

Application on classification of Qinghai grassland by advanced comprehensive and sequential classification

LI Hong-mei^{1,2}, MA Yu-shou¹

(1. Academy of Animal and veterinary Science, Qinghai University, Xining 810001, China;
2. Qinghai Climate Center, Xining 810001, China)

Abstract: Meteorological data of fifty observation stations from 1961 to 2006 were analyzed. Based on the principles of advanced comprehensive and sequential classification, the first grade grasslands of Qinghai, were classified into 11 classes, which agreed with the features of Qinghai grasslands. This showed that it was feasible to classify Qinghai grasslands and three typical regions were chosen to analyse their trends, *K* value (wetness degree), accumulated temperature over 0°C, and grassland succession.

Key words: Qinghai; advanced comprehensive and sequential classification; grassland succession