

专论与综述

胡杨径向生长量对流域环境变化的指示意义\*

刘 恕

(中国科学院兰州沙漠研究所)

(一)

人类经济活动破坏生态平衡所产生的环境退化现象,已日益引起人们的注意.荒漠地带因水资源利用不当而导致的流域环境退化就是其中之一例.在开发利用荒漠地区的水资源过程中,及时认识流域环境变化,调整利用方案,对保持资源的永续利用以及保护环境均有意义.因此有必要探讨能以显示环境变化程度的指征.鉴于在流域环境里植物生长状况主要受河水供水条件制约,本文试以荒漠河岸林主要树种胡杨(Populus euphratica Oliv.)的年轮作为环境变化的指征,来探讨和监测我国荒漠地带内陆河流域环境退化的过程.

(二)

胡杨发生、生长与其生境的水分条件密切相依.为了认识胡杨生境的水分状况与年径向生长量的关系,我们于内蒙古自治区额济纳旗境内弱水下游东河两岸的天然胡杨林地中采集年轮样本进行分析.采样地区为典型的荒漠区,气候干燥,多年平均降水量为45毫米.供采样之胡杨为生长适度无明显外部损伤、树令不同的天然植株.年轮宽度用刻度放大镜读取,并换算成比值——年轮指数[注1].以比值显示胡杨的年径向生长状况,能较好地反映环境的影响作用.表1对比生境水分状况殊异的三株胡杨年轮指数.

表1 不同生境下同龄胡杨植株年轮指数的变化

Table with 10 columns (树龄 0-9) and 12 rows (生境 Δ, ○, □ for ages 0, 10, 20, 30, 40, 50). Values range from 0.27 to 2.26.

- Δ 生长于有水分保障的林场圈地内之胡杨
○ 生长于距东河河床20米处之胡杨
□ 生长于距偶有间歇性洪水流入的东河支流干河床20米处之胡杨

表内数据表明:生长于水分保障条件最优的

\* 参加野外工作的还有胡智育、杨有林、高鹏恂等同志.

[注1]:年轮指数,指所取样本之年轮宽度与同一地区内相同树令多株平均年轮宽度的比值,以 I = d(t)/d-bar(t) 表示.式中,I为年轮指数,d(t)为所分析样本各令之实际年轮宽度;d-bar(t)为本区各令年轮宽度的均值.共取分析样本34个,其中除四个为圆盘外,其余均为生长锥钻取样条.故文内(d-bar)为34株之平均.

额济纳旗林场圈围地内的胡杨,其年轮指数最高;生长于偶有间歇性洪水流入的支流干河床岸边的胡杨,其年轮指数较低。这一现象尤以植株生长旺盛龄级 20 龄到 40 龄间为最明显(表 2)。

表 2 不同龄级年轮指数之平均值

生 境	龄 级		
	20—30	30—40	40—50
有水分保障的林场圈围地	2.9	1.8	1.46
距东河河床 20 米	1.0	1.3	0.67
距间歇性洪水干河床 20 米	0.5	0.6	0.54

胡杨径向生长量受水分条件所制约的事实,还可由 1956—1972 年间年轮指数序列与相对应年分东河水总量作对应分析,求得其相关关系复加证明。其间相关系数

$$r = 0.827;$$

经检验,相关关系显著,回归直线方程

$$y = 0.74 + 0.042x,$$

说明河水流量与胡杨的径向生长量存有线性关系。充分的水分供给,形成较宽的年轮;相反,则形成狭小的年轮。

### (三)

在确认水分状况对胡杨径向生长的制约关系后,就可以利用胡杨年轮指数序列来讨论生境的水分条件变化趋向。

仍以内蒙额济纳旗弱水三角洲为例。巴丹吉林沙漠西北边缘弱水下游,含两个三角洲。一为古居延泽洼地,即东河的东支形成的扇状水系,流入历史上古居延海,为老三角洲。这里曾是汉、西夏及元代垦区,目前已沦为流动沙丘、灌丛沙堆交错分布的沙漠化土地。另一为今日东、西两河的下游三角洲,即嘎顺诺尔和苏古诺尔洼地的现今额济纳旗绿洲。将采集于现今绿洲区的年轮样本进行分析并求其平均年轮指数,得出下列年轮指数序列(表 3)。此序列按指数值大体可划分为

表 3 1900—1978 年间胡杨平均年轮指数  
(18 株之平均)

年度	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1970	0.86	0.94	0.82	0.81	0.78	0.83	0.86	0.83	0.73	
1960	1.00	0.85	0.75	0.83	0.87	0.83	0.88	0.88	0.77	0.86
1950	0.92	0.96	0.99	1.03	0.90	1.06	1.05	1.18	1.20	1.18
1940	0.92	0.91	0.99	0.94	0.92	1.13	1.00	0.84	0.97	0.88
1930	0.96	1.01	1.09	0.89	0.96	1.03	0.94	0.64	0.94	1.09
1920	0.95	0.99	0.93	0.96	0.92	0.87	0.95	0.96	0.96	0.96
1910	0.80	0.82	0.81	0.93	0.76	0.91	0.87	1.00	0.70	1.00
1900	0.90	0.80	1.10	0.85	0.75	0.76	0.86	1.20	0.89	0.92

三段:

(1) 高年轮指数段(1919—1959 年),延续的 40 年。此间指数值大于 0.9 (并有 30% 以上年份超过 1),即胡杨年径向生长量基本达到或超过正常生长量。

(2) 年轮指数减小段(1960—1978 年)。此间年轮指数在 0.8—0.7 间,与前阶段相比有变劣的趋向。

(3) 1900—1919 的十几年间,年轮指数值波动。

基于胡杨年轮指数值与生境水分状况的相关关系,1900—1978 年胡杨年轮指数序列所标志的同期东河下游水分状况,也拟概括为相应的三个阶段。即: 1900—1919 年间,水分状况不够稳定; 1919—1959 的 40 年内,水分状况良好,如以东河流域作为一生态系统单位,则可视为生态系统相对平衡期;而 1960 至 1978 年期间,水分状况持续性变劣,绿洲环境开始了退化,此情况以年轮指数的偏离值(大于或小于年轮指数 1)形式表示,见图 1。六十年代以来,弱水中游农耕面积扩大,农田用水增加,下游水分状况变劣,显示流域生态系统的平衡开始失调,提示人们注意中、下游用水比例,以防止环境退化招致的土地沙漠化后果。

在上述年轮指数序列中,于 1919—1960

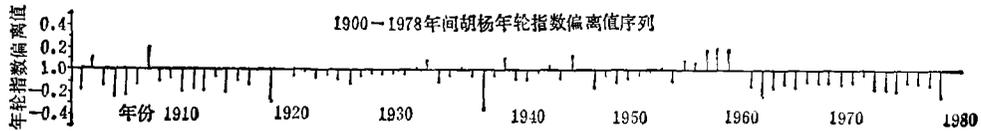


图 1 1900—1978 年间胡杨年轮指数偏离值序列

年间的高指数段偶尔出现了年轮指数的最低值年份(1937年)。根据董正钧所著《居延海》一书中的记载<sup>[1]</sup>,在1937年东河上源曾人为筑坝造成下游年内水量骤减。这一偶然事件,在年轮指数序列中有反映,恰是胡杨年轮指数对生境水分状况变化具有指示作用的佐证。

为了探索弱水下游另一已退化老绿洲的沙漠化历史过程,曾于黑城废墟城外西南分布在干涸河床上的枯死老胡杨木截取圆盘,进行年轮分析。分析前对标本进行了碳-14年龄测定<sup>[2]</sup>,得知此枯木生长于公元1050±60年间,时值西夏王朝经营黑城堡区,距今已逾九个世纪。年轮分析结果(见表4)

表 4 公元 1050±60 年间之古胡杨木年轮指数

树龄	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		0.20	0.17	0.21	0.23	0.17	0.20	0.28	0.25	0.19
10	0.16	0.13	0.13	0.13	0.16	0.18	0.12	0.19	0.31	0.37
20	0.19	0.27	0.14	0.14	0.25	0.14	0.54	0.55	0.41	0.53
30	0.30	0.19	0.16	0.33	0.49	0.50	0.49	0.39	0.30	0.30
40	0.33	0.33	0.17	0.17	0.13	0.35	0.30	0.22		

表明,该植株年轮狭小,其年轮指数多数在0.5以下(即历年径向生长量多未及现今正常生长值之1/2),并仅存活了47年。按此结果推断,该胡杨植株整个生长期内的生境水分条件都未能满足树木正常生长发育的需要。据历史资料及野外考察判断<sup>[3]</sup>,黑城堡区最后毁于元末明初的战争中,但在黑城被毁前的两个世纪间,黑城周围由于战争、干旱<sup>[4]</sup>等造成的环境退化业已开始。由此推论,弱水下游老绿洲的环境退化沙漠化过程,应起始于黑城废弃之前。由于沙漠化是个渐变过

程,由量的积累到质的变化存在一个发展阶段,及至黑城被战争摧毁,人们未再重新经营,灌溉水利设施全部废弃,东河的东支改造以后,绿洲环境才被沙漠景观所代替。

#### (四)

从上述分析我们得出如下看法:

1. 胡杨径向生长量受生境水分状况的制约,它与内陆河流量呈线性相关。因而树木年径向生长量的相对值——年轮指数,可作为反映其生境水分状况的指征。年轮指数值愈小,表明其与正常生长量的负向偏离增大,说明生境水分状况变劣,流域环境退化;反之,年轮指数愈大,与正常生长量为正向偏离,则显示水分状况良好。调查表明,当年轮指数值减少至0.5以下时,提示其生境的水分状况已处于恶劣状态,应调整水资源利用,以期防止沙漠化发生。

2. 弱水下游现代绿洲在河两岸的水分状况,自1960年起已有变劣的趋向,提示人们在开发利用自然资源过程中,有必要从生态平衡角度出发,调整流域的全面规划,以便保护下游的绿洲环境。弱水下游的现代天然胡杨林,对保护环境,维持绿洲生态平衡有很

[注 1]: 董正钧,《居延海》中记载:“民国 26 年(1937 年)当地驻军因在西河中下游建国营修筑营房,采用青山头一带木材,为使运送计,在东河作坝,以增西河水量使木排下行……”。

[注 2]: 由青海盐湖所及本所胡智育同志协助测定。

[注 3]: 1978 年中国科学院考察队于黑城堡 廓内发现元代末文书,其年代为元顺帝至正十九年(公元 1359 年)。

[注 4]: 《内蒙古及邻近地区气象灾害旱涝丰歉年表》(油印稿)内记载,公元 1040, 1041, 1069, 1074, 1110, 1143, 1226, 1248, 1262 等年分,西夏境内均有干旱灾害。

大意义,因而在下游绿洲内应限制毁林种田,以便利用天然草场林地发展畜牧业。

3. 较长期限的年轮指数序列,能反映相应历史年代内胡杨生长环境的变化进程,可借以了解在本区内环境退化的历史,并为现

代的合理开发利用提供借鉴。

4. 利用胡杨年轮指数作为指征来讨论环境退化过程,需要积累大量的分析样本和较长期限的年轮指数序列。

## 有机磷农药在土壤中的吸附与降解

施 国 涵

(中国科学院环境化学研究所)

一般认为有机磷农药对有害生物有较好的防治效果,同时其化学性质不太稳定,残毒积蓄较少,对环境影响亦较小。但在近期有些研究者指出,某些有机磷农药在土壤中也较稳定。Stewart 等的报告中指出,对硫磷在砂壤土中可以持续 16 年以上。因此,了解有机磷农药在土壤中的吸附与降解的规律,对于合理使用农药,保护环境是十分重要的。

### 一、有机磷农药在土壤中的吸附

有机磷农药在土壤中持续时间与有机氯农药相比,一般是较短的。Kearny (1969) 的报告中马拉硫磷、对硫磷残留时期是一周以内,乙拌磷是四周,二嗪农是十二周,而由于施入的土壤类型、所处的气候条件以及土壤有无覆盖植物和施药方式不同,残留时期的长短也会有所变化。

有机磷农药能够在土壤中残留,主要原因是土壤对它有吸附作用。福田(1962)曾将  $P^{32}$  倍硫磷加入水稻土中,每天加 50 毫升水淋洗,19 天后分析结果发现倍硫磷仍保留在土壤表层。G. Dräger (1976) 用相当于降雨量 210—230 毫米水,淋洗 60 小时后辛硫磷仍在(0—5 厘米)土层内测出。

土壤对农药的吸附作用决定于农药与土壤双方性质。

### 1. 土壤粘粒和有机质含量

土壤中粘粒含量愈高,吸收农药则愈强。粘粒是土壤机械组成中 $<0.002$  毫米颗粒,具有很大表面积。Gordner (1972) 研究中以微晶高岭土直径为  $10 \text{ \AA}$  计算,粘土矿物比表面积可为 746 平方米/克。正是由于粘粒有这样大比表面积,因此它吸附的农药含量要比砂粒大得多。至于农药与粘粒之间的相互作用问题,在 Mortland (1970) 报告中认为是通过离子交换、质子化作用、半盐形成作用、离子偶极化作用、氢键以及温德华力和  $\pi$  键等作用方式进行的。同年, Bowman 利用红外光谱和 X 射线的技术,证明了马拉硫磷是被吸收到微晶高岭土的内层,吸收以后使结晶格子从  $5.6 \text{ \AA}$  扩张到  $6.5 \text{ \AA}$ 。他认为马拉硫磷吸附在微晶高岭土上的作用机理,是由于马拉硫磷中碳基中的氧和微晶高岭土包在钙离子外围水中的氢,它们之间形成氢键作用的缘故。

Mcewen (1979) 等指出农药既可能被土粒吸收,但又可释放到土壤溶液中去,它们之间是相互平衡的。因此他们得出这样结论,即农药被土粒的吸附和解吸作用与外界条件有关。也就是说农药在土壤中被吸附是暂时现象,一旦条件改变,农药又可以释放出来。

关于土壤有机质及其对农药产生吸附作