

文章编号: 1007-6301 (2002) 05-0450-09

# 生态干扰度: 一种评价植被天然性程度的方法

李迈和<sup>1</sup>, Norbert Kruchi<sup>1</sup>, 杨 健<sup>2</sup>

(1. 瑞士联邦林业、雪和景观研究院, 瑞士; 2. 德国图宾根大学, 德国)

**摘要:** 地球上现存的植物或森林群落都是植被与其环境长期适应及人类长期干扰影响的结果, 因此, 现实的植被反映着历史上人类对它们不同程度的影响。‘生态干扰’的概念常常被用来描述历史上人类对植被或森林影响的大小, 即‘生态干扰度’; 或用来表示现实植被离开它的‘天然植被’的距离, 即现实植被的‘天然性程度’。如此的‘天然植被’可以是: (1) 历史上从未受过人类任何干扰的‘原始植被’; (2) 基于当前立地的‘潜在的自然植被’。然而, 成百上千年以来人类对自然的利用干扰, 致使真正的‘原始植被’现在几乎无处可寻。因此, ‘潜在的自然植被’被用来作为生态干扰度估计或植被天然性程度评价的参照系。作为一种很实用的生态分析手段, 生态干扰度的方法已被广泛地应用在农、林、水、景观、城市及自然保护等诸多领域的生态评价上。为此, 本文论述了生态干扰度的概念、原理、方法和应用实例。

**关 键 词:** 生态干扰度; 天然性程度; 潜在的自然植被; 生态恢复; 评价方法

**中图分类号:** P935.1    **文献标识码:** A

地球上的植物系统是人类赖以生存的物质基础。自人类存在以来, 人们便以各种方式对其进行利用干扰。地球上现存的植物或森林群落都是植被与其环境长期适应及人类长期干扰影响的综合结果, 因此, 现实的植被已被迫或多或少地离开其天然状态, 打上了历史上人类对它们影响的烙印。如何评定和描述历史上人类对植被干扰影响的程度, 或者说如何评估某一立地上的现实植被离开它的天然状态的距离, 以及怎样以此为基础实现生态的恢复与重建, 乃作者们撰写此文之目的。

## 1 生态干扰度 (Hemeroby) 与天然性程度 (Naturalness): 一对相对的概念

欧洲植物学家经过长期观察发现: 人类对自然生态系统的经营利用, 会直接或间接地导致一些新的植物种类侵入该系统。因此, 新的植物种类在某一生态系统中的出现存在与

收稿日期: 2002-05; 修订日期: 2002-07

**作者简介:** 李迈和 (1964-), 男, 湖南人, 维也纳农业大学博士, 奥地利联邦林科院及瑞士巴塞尔大学博士后。现任职于瑞士联邦林业、雪和景观研究院, 从事生态系统评价, 恢复生态学及高山林线生态研究。E-mail: mahe.li@wsl.ch

否及多寡, 恰恰记录着人类对该生态系统的干扰利用强度, 或者说表明系统偏离它的天然状态的距离。基于此, 芬兰植物学家 Jalas<sup>[1,2]</sup>第一次提出了 hemerochoren 的概念, 用于描述那些直接或间接地通过人类活动引入的植物种类。之后, 德国生态学家 Sukopp<sup>[3,4]</sup>在此基础上提出了“生态干扰度”(degree of hemeroby)的概念, 并将其引入生态学范畴, 用于描述人类对植被与立地干扰影响的强度。Hemeroby 由希腊文 hemeros (驯化的, 人工培育的)和 bios (生命)复合而成。按照 Sukopp<sup>[5]</sup>的定义: “Hemeroby 是人类过去所有有意识和无意识对立地和植被施加的干扰的一个总的量度”。这一量度的不同强度等级, 即为“生态干扰度”(degree of hemeroby)。

与生态干扰度概念相对的是描述立地与植被的“天然性程度”的概念——现实植被或立地与它们的天然状态之间的距离或相似性。人类的干扰越强, 植被和立地受到的影响或破坏就越大, 它们的天然性程度就越低, 或者说距离它们的“顶极群落”(climax community)或离它们的“潜在的自然植被”(potential natural vegetation)就越远(参见图1、表1)。因此, 生态干扰度与天然性程度在本质上相同(图1), 其差别仅在于强调人的影响(生态干扰度)还是植被的状态属性(天然性程度)。正如Holzner教授坦言:“你尽可以把‘hemeroby’(生态干扰)简单而准确地译为‘naturalness 或 Naturlichkeit’(天然性程度)……”。

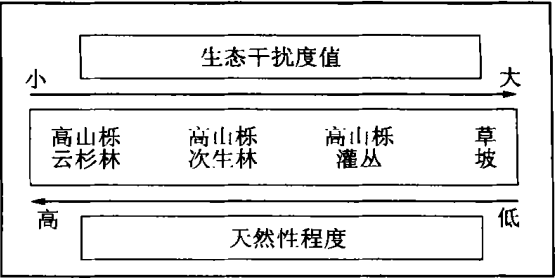


图1 植物群落天然性程度与生态干扰度的对应关系

Fig. 1 Relationship between the degrees of hemeroby and naturalness of plant communities

2 评定植被天然性程度的两种可能途径

评价或测定现实植被的天然性程度, 或者它与其天然状态的距离, 可以考虑两条途径:

2.1 原始植被 (Pristine vegetation)

最理想的是找到一个对应的、从未受人类干扰仍处于天然状态的参照系, 以便在植被、立地及生态系统的层面上去比较被评价对象的现实状态与其天然参照系之间的距离。Westhoff<sup>[6,7]</sup>, von Hornstein<sup>[8,9]</sup>, Ellenberg<sup>[10]</sup>, Serbert<sup>[11]</sup>, Godron 等<sup>[12]</sup>以及 Falinski<sup>[13]</sup>等的工作均属于这一方法。然而, 如此的参照系是: (1) 从未被人类影响的、广泛地由未被人类涉足的原始森林所占据的古地域; (2) 十九世纪初工业革命之前的、种类与结构均丰富的、甚少被干扰的自然地域<sup>[14]</sup>。因此, 在文明历史悠久的中国或中欧, 这样的参照系——除非在极个别的高山地段或深海地带——现在几乎是无处可寻的<sup>[4,15]</sup>。虽然借助于花粉研究可以近似地推测出过去天然森林的树种组合, 但是, 因为一系列的不确定性<sup>[14]</sup>, 不可能客观地建立一种过去事实上存在过的天然的、能用作参照系的林分或植被模型。

## 2.2 潜在的自然植被

与 2.1 不同的是, Tuexen<sup>[15]</sup>的“替代群落”(Substitute community), Jalas<sup>[1,2]</sup>的“生态干扰”(hemeroby)方法,却不需要通过一个历史上的参照系,而通过一个从当前立地出发的“将来”参照系,去估算人类至今为止对植被的总影响,或现实植被状态与“将来”平衡状态之间的距离<sup>[3~5,16]</sup>。这种将来的参照系,即“潜在的自然植被”(potential natural vegetation, 常缩写为 PNV)。

“潜在的自然植被”是一种因为人类的干扰还未出现,但潜在的,一旦人类的干扰停止后即可实现的,能与其立地达到一种平衡的植被<sup>[15,17,18]</sup>。与前述途径 2.1 中利用历史上的天然参照系不同的是,潜在的自然植被从当前的立地出发,考虑了:(1)至现在为止的人类活动所引起的不可逆转的立地条件变化<sup>[15,19]</sup>(例如森林采伐、土壤流失);(2)持久地对立地和植被起作用的因素<sup>[19,22]</sup>(例如空气污染、大范围的地下水位沉降)。比如,在一段被废弃的铁路上,因为已存在的铁轨、枕木及石料等,其上植被的恢复、发展演替及其潜在的自然植被可能与它的事实存在过的原始植被(pristine vegetation)根本无关。

## 3 人类对植被的干扰及干扰度的划分

### 3.1 人类的干扰是一种环境因子

正如 2.2 末尾所述,“潜在的自然植被”考虑了人类对立地造成的不可逆转的变化。因此,在“生态干扰”方法或“潜在的自然植被”概念中,“人类对植被与立地的干扰被理解为植被的一种生态因子”<sup>[23]</sup>,而生态干扰研究结果提供的正是植物种类、植物群落或立地对这种生态因子变化的一般反应,即:不同生态干扰度正反映人类对植被的不同影响程度,或者说反映现实植被状态与它的“潜在的自然植被”的距离。

对某一植物群落而言,历史上人类对它的干扰可能是多种多样的,但“生态干扰度”研究不区分过去干扰的种类,而只从干扰强度、持续时间和涉及范围去观察比较人类的经营活动对植被总的影 响程度<sup>[3]</sup>。因此 Kowarik<sup>[16,23]</sup>一再说明:生态干扰度想要表述的仅仅是一个至评价时刻为止的,所有阻碍植物群落向其潜在的自然植被终态(final stage)发展的人类活动对植被或其立地的总的影 响,而不研究到底哪种变化源于历史上的何种干扰。

虽然,人类的经营活动会导致一些过去属于该林分/群落的植物种类消失,同时导致一些过去不属于该林分/群落的物种侵入。然而,生态干扰度研究却更关注这些侵入物种的数量。图 2 所示是 Kowarik<sup>[23]</sup>在西柏林地区进行的一项经典的生态干扰度研究:外来种的数量随着人类干扰强度加大而变多,但是乡土种的数量随着干扰强度加大而逐步减少,而总的植物种数则在轻度干扰下达到最大(图 2)。

### 3.2 生态干扰度等级划分

正如前文所述,直到人们在发现和讨论了人类活动对植被及其立地的影 响很久之后,才尝试把植物单元按这种影 响的大小(或相反地按它们近似天然的程度)进行分类<sup>[24]</sup>。Tuexen<sup>[25]</sup>的“替代群落”概念,被认为是对被人类干扰的植物群落进行天然性分类的第一次尝

因人类的经营利用所导致的天然植被的变形 (Lexikon der Biologie, Band 3, p. 185 Verlag Herder Freiburg in Breisgau, 1984). 根据人类干扰的种类与强度不同可形成不同的替代群落 (实例请阅 Tüxen (1956), p. 17).

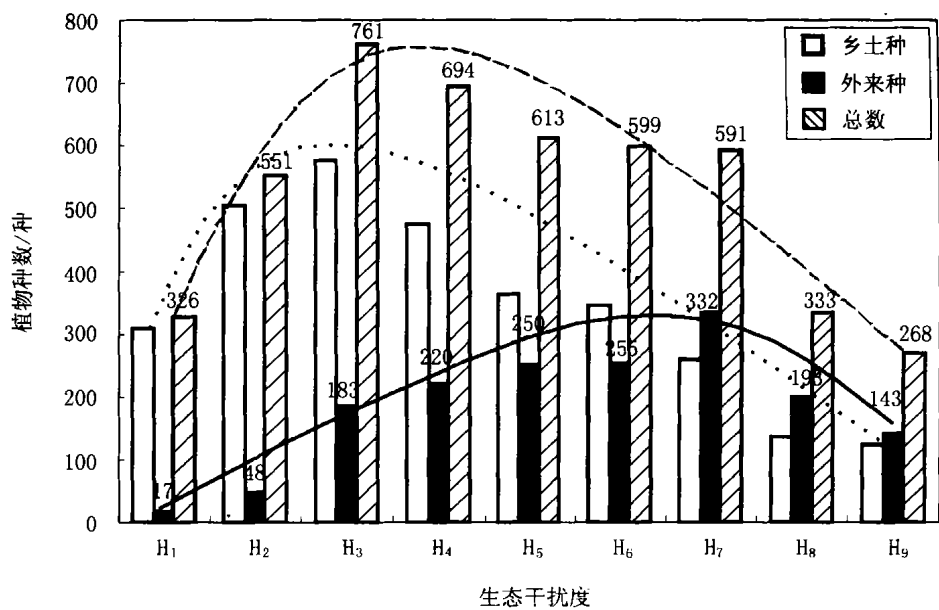


图2 德国柏林地区乡土植物种和外来种数量变化与生态干扰度增大关系  
(数据来自 Kowarik<sup>[23]</sup>; 图中数值为种的数量)

Fig. 2 Number of native and alien species occurring on varying levels of hameroby (the human impact increases from H<sub>1</sub> to H<sub>9</sub>) in Berlin, Germany (origin data from Kowarik<sup>[23]</sup>; Numbers showed in Figure are the species richness)

试<sup>[24]</sup>。第一个相当完善地描述现实植被天然性程度的8级分类系统由 Ellenberg<sup>[10]</sup>于1963年提出。与此相应, 基于 Jalas<sup>[2]</sup>的生态干扰度概念, 亦提出了4~9级不等的干扰强度等级体系<sup>[14]</sup>。正如前文第一节中提及, 植被的天然性程度取决于人类对它的干扰强度, 干扰越强, 生态干扰度越大, 系统的天然性程度越低。在 Schimer<sup>[14]</sup>的工作中, 潜在的自然植被以及乡土树种的数量与比例是等级划分的主要指标(表1)。

表1 植被生态干扰度(或植被天然性程度)\*

Tab. 1 Definition of the levels of the degree of hameroby/naturalness

生态干扰度	天然性程度	林分特征
H <sub>1</sub> (几无干扰)	近天然的	主要树种属于其立地的潜在的自然植被。不属于潜在的自然植被的树种的数量(株数) 10%。
H <sub>2</sub> (少干扰)	几近天然的	主要树种属于其立地的潜在的自然植被。不属于潜在的自然植被的树种的数量(株数) 20%。
H <sub>3</sub> (轻度干扰)	较近天然的	林分中的乡土树种株数比至少 80%。
H <sub>4</sub> (中等干扰)	半天然的	林分中的乡土树种株数比不小于 50%。
H <sub>5</sub> (强度干扰)	远天然的	非乡土树种在林分中占优势, 但乡土种在林分中的株数比仍介于 20% ~ 49%。
H <sub>6</sub> (人工)	人工的	林分由非乡土树种构成, 乡土种在林分中的株数比 20%。

\* 基于 Schimer<sup>[14]</sup>, 有改动

4 “生态干扰度”评价步骤

根据评价对象及研究目的不同，其方法繁简略有不同。Schimmer<sup>[14]</sup>对德国巴登-符腾堡州的森林进行的评价（见表 1），是相对简单的应用实例。如 Grabherr 等<sup>[26]</sup>完成的奥地利森林天然性评价项目及我们正在进行的瑞士森林评价项目是调查因子多、比较繁琐的应用实例。无论方法繁简，其工作程序一般包括：

4.1 资料收集

详细地收集研究区域的航片、地形图以及植被、土壤、气候、人文历史等的图片与文字材料。

4.2 野外数据收集

对小面积的评价对象，例如一个自然保护区或一座城市，宜先按其土地利用类型与内容相似性进行区划，然后分区布设样点（地）。例如，Chronopoulos 等<sup>[27]</sup>根据人口密度、建筑物及街道密度、土地利用等，把 Patras 城（希腊）划分为四个区；Bornkamm<sup>[28]</sup>则根据建筑物密度与城市扩展时间及土地利用类型等，将 Stadthagen 城（德国）划分为 7 个区，然后在各区随机布设样点（地）。对大面积如省或国家水平的评价对象，则可按适当的密度机械布设样点<sup>[26, 29~31]</sup>。在 Grabherr 等<sup>[26]</sup>的研究中，调查和评价的样地因素包括：树种多样性、树种来源（乡土或引进树种）、林分起源、郁闭度、林分层次和年龄结构、森林利用、枯死木状况、天然更新状况、林下植被多样性等。

4.3 设计 Hemeroby 表

目前广泛采用的是一个 9 级的生态干扰度划分系统<sup>[23, 27, 32]</sup>。作为简单的实例，我们在前文 3.2 中引用了 Schimmer<sup>[14]</sup>的一个 6 级系统（见表 1）。在奥地利森林天然性评价项目中，Grabherr 等<sup>[26]</sup>采用的是一划分较细的 9 级系统，并按照人类影响从弱（H<sub>1</sub> 级，即无干扰）到强（H<sub>9</sub> 级，即人工）分别给予了介于 9（天然）到 1（人工）之间的相对值（见表 2）。

表 2 植被天然性程度或生态干扰度相对值\*  
Tab. 2 Definition of the relative values in relation to the levels of  
the degree of hemeroby/naturalness

相对值	生态干扰度	天然性程度	实 例
9	H <sub>1</sub> （无干扰）	天然的	阿尔卑斯高山森林、核心保护区森林
8	H <sub>2</sub> （几无干扰）	近天然的	阿尔卑斯高山森林、缓冲保护区森林
7	H <sub>3</sub> （少干扰）	较近天然的	阿尔卑斯山地森林、保护区森林
6	H <sub>4</sub> （轻度干扰）	半天然的	多瑙河滩地森林
5	H <sub>5</sub> （中等干扰）	半天然的	水源林或雪崩防护林
4	H <sub>6</sub> （强度干扰）	远天然的	天然林经多次择伐利用后形成的次生林
3	H <sub>7</sub> （很强干扰）	强度改变的	次生林
2	H <sub>8</sub> （近人工）	近人工的	结构单一人工林（乡土树种）
1	H <sub>9</sub> （人工）	人工的	非乡土树种森林

\* 基于 Grabherr et al<sup>[26]</sup>，有改动。

#### 4.4 因素与样地生态干扰度计算

根据实测因素的状况与“潜在的自然植被”之间的距离, 估计每一因素的生态干扰度相对值(或说天然性程度相对值), 按各因素的重要性程度, 加权综合样地所有因素的生态干扰度相对值, 即得到样地生态干扰度总相对值。根据样地总相对值查阅生态干扰度表(表2), 即可确定样地的天然性程度。例如, 如果样地生态干扰度总相对值为8, 则该样地植被近似天然; 如为4, 则为远离天然或远离“潜在的自然植被”(见表2)。

在获知样地生态干扰度或天然性程度总相对值及确定了植被的天然性程度以后, 即可容易地按照植物群落天然性程度绘制分布图, 以描述人类干扰的区域差别等。

### 5 结论与讨论

50年来, 在欧洲(特别在德语地区), 人们把生态干扰度的方法, 广泛而成功地应用在农<sup>[33]</sup>、林<sup>[14, 26, 34]</sup>、水<sup>[35, 36]</sup>、景观与自然保护<sup>[11, 37, 38]</sup>, 以及城市植被的评价<sup>[23, 27, 28, 32, 39, 40, 41]</sup>等众多方面。Grenzius<sup>[42]</sup>也曾成功地把该方法用在土壤天然性程度的比较研究上。

Grabherr等<sup>[26, 29, 30]</sup>、Schimer<sup>[14]</sup>以及我们目前在瑞士开展的工作, 又把生态干扰度评价方法, 从过去惯常的小面积小范围的评价推广到了大范围大面积的森林植被评价上。Grabherr等<sup>[26]</sup>的工作揭示: 仅约3%的奥地利森林仍然是天然的, 22%近似天然, 41%被轻中度和27%被强度改变, 约7%的森林则已经远离“潜在的自然植被”。地区之间的差别显示, 阿尔卑斯内山区的大部分森林仍近似天然或仅被轻中度改变, 与此相对, 阿尔卑斯山边缘区和平原丘陵区森林, 则绝大部分已被严重改变, 几乎不存在有近似天然的森林<sup>[26]</sup>。

正如生态干扰度的概念和方法最初是为研究由人类的干扰带入系统的植物种类而产生, 因此, 对干扰具有指示意义的植物种类往往都是外来种。Chronopoulos等<sup>[27]</sup>发现, 外来种种数百分比与干扰强度成正相关。因此, 在获得了植被或立地的生态干扰度(或天然性程度)以后, 就可以对出现在这些立地或植物群落中的单个植物种进行频率分析, 以便确定: 哪些种是伴随着人类的干扰出现的; 根据这些具有指示意义种的出现与否, 直接估计人类对某一植物群落或立地总的影响程度。

“生态干扰度”方法应用的难点, 恰恰又是关键的两点: “潜在的自然植被”的确定;

“生态干扰度”表的制定。因为, “潜在的自然植被”不是一种目前现实存在的植被, 所以只能基于一些假设, 及根据植物群落演替的规律推导出来。干扰强度(或反之天然性程度)划分标准的制定, 一则与调查因子的多少及研究评价的详细程度有关, 反过来又直接影响评定结果的解释。例如, Reif<sup>[43]</sup>在研究了一些目前的评价报告后指出: “一些树种组成单纯, 珍贵和濒危种少, 远离它们的原始或原来状态的林分也被评定成了‘近似天然’的森林……”。

诚然, 因为评价对象或研究目的侧重点不同, 似乎不太可能有一个对所有评价对象或任一区域通用的标准生态干扰度表, 因此, 评价结果的某种不确定性很难避免。正确地推导潜在的自然植被与设计科学的生态干扰度表至关重要。

人类成百上千年以来对植被的利用、干扰和环境条件(例如, 气候变化与环境污染)持续的变迁, 以及植物之间竞争关系的改变等, 导致植被处在一个不断变型的“演替”过程

中<sup>[43]</sup>。因此,“潜在的自然植被”作为一种与它的立地能达到一种平衡的演替终态<sup>[16]</sup>,应是生态恢复与重建追求的一个重要目标。所以,在种草种树恢复植被,特别是在利用外来种质资源的时候,至少应注意:力求建立一种近似天然的植被,即与追求“潜在的自然植被”不相悖;不威胁乡土种的存在。我国20世纪初从西欧引进的原产北美的刺槐(*Robinia pseudoacacia* L.),以及欧洲引自中国的臭椿(*Ailanthus altissima* (MILLER) SWINGLER),已经在不少地方给了我们很多的教训<sup>[44]</sup>。外来种对保持当地生物多样性和对当地生物圈正常循环的消极影响,以及对当地生态平衡的可能威胁应当引起注意。

总之,生态干扰度概念提供了一种定性与定量结合起来研究植被与立地的当前状态的方法。其结果既说明了人类过去对植被或立地的影响程度,也说明了由此导致的现实植被与其潜在的自然植被的距离。因此,在迄今为止的广泛利用可能性之外,该方法亦在恢复生态学上显示出了良好的应用前景。

相关参考文献亦可用关键词 hemeroby 查 [http://www. google. ch](http://www.google.ch)

## 参考文献:

- [1] Jalas J. Hemerokorit ja hemerobit[J]. *Luonnon Tutkija*, 1953, **57**: 12-16
- [2] Jalas J. Hemerobie und hemerochrome Pflanzenarten - ein terminologischer Reformversuch[J]. *Acta Soc. Fauna Flora Fenn.*, 1955, **72**(11): 1-15
- [3] Sukopp H. Der Einfluss des Menschen auf die Vegetation[J]. *Vegetatio*, 1969, **17**: 360-371
- [4] Sukopp H. Wandel von Flora und Vegetation in Mitteleuropa unter dem Einfluss des Menschen[J]. *Berichte ueber Landwirtschaft*, 1972, **50**: 112-139
- [5] Sukopp H. Dynamik und Konstanz in der Flora der Bundesrepublik Deutschland[J]. *Schriftreihe f. Vegetationskunde*, 1976, **10**: 9-26
- [6] Westhoff V. Schaakspel met de natuur[J]. *Natuur Landschap*, 1949, **3**: 54-62
- [7] Westhoff V. De betekenis van natuurgebieden voor wetenschap en practijk. Contact-Comm[J]. *Natuur-en Landschapbescheming*, 1951: 1-36
- [8] von Hornstein F. Theorie und Anwendung der Waldgeschichte[J]. *Forstwiss. Centralbl.*, 1950, **69**: 161-177
- [9] von Hornstein F. Vom Sinn der Waldgeschichte[J]. *Angew. Pflanzensoz.*, 1954, **2**: 685-707
- [10] Ellenberg H. Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in kausaler, dynamischer und historischer Sicht[J]. *Stuttgart. Ullmer*, 1963: 1-943
- [11] Seibert P. Oekologische Bewertung von homogenen Landschaftsteilen, Ökosystemen und Pflanzengesellschaften[J]. *Ber. Akad. Nat. Schutz. Landschafts. pfl.*, 1980, **4**: 10-23
- [12] Godron M., Forman R. T. T. Landscape modification and changing ecological characteristics[A]. In: Mooney H. A., Godron M. eds. *Disturbance and Ecosystems*[C]. *Ecol. Studies*, 1983, **44**: 12-28
- [13] Falinski J. B. Vegetation dynamics in temperate lowland primeval forests. *Ecological studies in Bialowieza forests*[M]. *Geobotany* 8, Junk, Dordrecht, Boston, Lancaster, 1987: 1-537
- [14] Schimmer C. Überlegungen zur Naturnähebeurteilung heutiger Wälder[J]. *Allg. Forst- u. J.-Ztg.*, 1999, **170**(1): 11-18
- [15] Tuexen R. Die heutige potentielle naturliche Vegetation als Gegenstand der Vegetationskartierung[J]. *Angew. Pflanzensoziologie*, 1956, **13**: 5-42
- [16] Kowarik I. Zum menschlichen Einfluss auf Flora und Vegetation - Theoretische Konzepte und ein Quantifizierungsansatz am Beispiel von Berlin (West)[J]. *Landsch. Entwickl. Umweltforsch.*, 1988, **56**: 1-280
- [17] Trautmann W. Erläuterungen zur Karte der potentiellen naturlichen Vegetation der Bundesrepublik Deutschland 1:200 000—Blatt 85 M inden (mit einer Einführung in die Grundlagen und Methoden der Kartierung der potentiellen naturlichen Vegetation)[J]. *Sch. R. Vegetationskd.*, *Bad Godesberg*, 1966, **1**: 1-137

- [18] Schubert R, Wagner G. Pflanzennamen und botanische Fachwoerter (Botanisches Lexikon; 8. Auflage) [M]. Melsungen: Verlag J. Neumann-Neudamm, 1984. 1-662.
- [19] Kowarik I. Kritische Anmerkungen zum theoretischen Konzept der potentiellen natuerlichen Vegetation mit Anmerkungen zu einer zeitgemaeissen Modifikation[J]. *Tuexenia*, 1987, **7**: 53-67.
- [20] Neuhaeusl R. Chenischer Zustand der Atmosphaere in Industriegebieten und die natuerliche Vegetation[J]. *Acta Bot Acad. Sci. Hung.*, 1980, **26**(1-2): 139-142.
- [21] Neuhaeusl R. Umweltgemaeisse natuerliche Vegetation, ihre Kartierung und Nutzung fuer den Umweltschutz[J]. *Preslia*, 1984, **56**: 205-212.
- [22] Haedtle W. Potentielle natuerliche Vegetation-ein Beitrag zur Kartierungsmethode am Beispiel der Topographischen Karte 1623 Owschlag[J]. *Mitt. d. Arbeitsgemeinschaft Geobotanik Schleswig-Holstein u. Hamburg*, Kiel, 1989, **40**: 1-72.
- [23] Kowarik I. Some responses of flora and vegetation to urbanization in Central Europe[A]. In: Sukopp H, Hejny S, Kowarik I eds. *Urban Ecology- Plants and plant communities in urban environments*[C]. The Hague: SPB Academic Publishing bv, 1990. 45-74.
- [24] Dierschke H. Natuerlichkeitsgrade von Pflanzengesellschaften unter besonderer Beruecksichtigung der Vegetation Mitteleuropas[J]. *Phytocoenologia*, 1984, **12**(2/3): 173-184.
- [25] Tuexen R. Ersatzgesellschaften. Wiss. Rundbriefe d. Zentralstelle f. Vegetationskartierung 12[M], Hannover, 1942.
- [26] Grabherr G, Koch G, Kirchmeir H et al. Oesterreichischer Waldoekosysteme [M]. Veroeffentlichungen des oesterreichischen MAB-Programms, Band 17. Innsbruck: Universitaetsverlag Wagner, 1998: 1-493.
- [27] Chronopoulos G, Christodoulakis D. Analysis of the adventive flora of a Greek city—The example of Patras [J]. *Bot. Helv.*, 2000, **110**: 171-189.
- [28] Bornkamm R. Hemeroby and landscape planning[J]. *Landschaft und Stadt*, 1980, **12**(2): 49-55.
- [29] Grabherr G, Koch G. Wie naturnah ist der oesterreichische Wald[J]. *Oesterr. Forstztg.*, 1993, **11**: 57-58.
- [30] Grabherr G, Koch G, Kirchmeir H et al. Hemerobie oesterreichischer Waldoekosysteme- Vorstellung eines Forschungsvorhabens im Rahmen des oesterreichischen Beitrages zum MAB-Programm der UNESCO [J]. *Z. Oekol. Nat. Schutz*, 1995, **4**: 105-110.
- [31] Koch G, Kirchmeir H, Grabherr G. Naturnaehe im Wald: Methodik und praktische Bedeutung des Hemerobiekonzeptes fuer die Bewertung von Waldoekosystemen[M]. Wien: Oesterreichischer Forstverein, 1998. 1-96.
- [32] Novakovskaya T V, Akul'shina N P. Application of geobotanical indices of ecological scale to mapping of disturbed lands in the Khar'yaginsk oil and gas field[J]. *Russian J. Ecology*, 1997, **28**(4): 224-229.
- [33] Ruehs M. Anwendung des Hemerobie-Konzeptes in Agrarlandschaften am Beispiel des Biosphaerenreservates Schorfheide-Chorin[M]. *Agrarökologie* 40. Hannover: Verlag Agrarökologie Berne, 2001. 1-180.
- [34] Egger A J. Anwendung des Hemerobieverfahrens zur Bewertung der Naturnaehe Suedtiroler Waelder: Analyse und Interpretation[M]. Dipl.-Arb., Wien: Univ. f. Bodenkultur Wien, 1999. 1-197.
- [35] Grabherr G, Zottl H, Erber H et al. Fließgewässerinventur Vorarlberg-Fließgewässerbetreuungskonzepte Dornbirnerach[M]. Bregenz: Vorarlberger Landesregierung, 1992.
- [36] Wenzl M. Zum Problem der Natuerlichkeitsbewertung an Fließgewässern-Methodenvergleich am Beispiel des Kalkvorälpenbaches Steyerling (Oberoesterreich) [J]. *Verhandlungen d. Zool.-Bot. Ges. in Oesterr.*, 1998, **135**: 289-311.
- [37] Kowarik I. Beruecksichtigung anthropogener Standort- und Florenveraenderungen bei der Aufstellung Roter Listen [A]. In: Auhagen A, Platen R, Sukopp H (Hrsg.). *Rote Listen der gefaehrdeten Pflanzen und Tieren in Berlin*[C]. *Landsch. Entwickl. Umweltforsch.* 1991, **S6**: 25-56.
- [38] Wrabka T. Oekologische Charakteristik oesterreichischer Kulturlandschaften [J]. *Diss., Wien: Univ. Wien*, 1992: 1-132.
- [39] Miyawaki A. Ecological studies of natural environment and his tolerate capacities (mit Karte des natuerlichen Grades der Vegetation von Kawasaki, Sakai, Kitakyushu und Shibushi) [J]. *Tokyo*, 1972: 1-44.
- [40] Miyawaki A. Karte des Naturgrades der Vegetation-Eine oekologische Studie um eine pflanzenreiche Umwelt in der Stadt Fujisawa zu schaffen[J]. *Fujisawa*, 1973: 1-46.



- [41] Miyawaki A., Fujiwara K. Ein Versuch zur Kartierung des Natuerlichkeitsgrades der Vegetation und Anwendungsmoeglichkeit dieser Karte fuer den Umwelt- und Naturschutz am Beispiel der Stadt Fujisawa[J]. *Phytocoenologia*, 1975, 2(3/4): 430-437.
- [42] Grenzius R. Die Boeden Berlins (West) ——Klassifizierung, Vergesellschaftung, oekologische Eigenschaften[J]. *Diss. Berlin: TU Berlin*, 1987, 6 (Microfiches).
- [43] Reif A. Das naturschutzfachliche Kriterium der Naturnaehe und seine Bedeutung fuer die Waldwirtschaft[J]. *Z. Oekol Nat schutz*, 2000, 8(4): 239-250.
- [44] 陈威华. 外来物种威胁生态平衡——瑞士公布“黑名单”[D]. 人民日报(海外版), 2002年4月8日(第3版).

## Hemeroby——A Method to Assess the Naturalness of Vegetation

L IM ai-he<sup>1</sup>, Norbert Kr uchi<sup>1</sup>, YANG Jian<sup>2</sup>

(1. Swiss Federal Research Institute for Forest, Snow and Landscape WSL,  
Z rcherstrasse 111, CH-8903 B immensdorf, Sw itzerland;  
2. Applied Environmental Geoscience, University of T bingen,  
Sigwart Strasse 10, D-72076 T bingen, Germany)

**Abstract:** Present plant/forest communities are the result of long-term interactions between vegetation and site factors including manmade impacts. Present vegetation in the cultural landscape shows graduations of different intensities of human activities in the past. To assess the degree of naturalness and/or the anthropogenic influences on the present vegetation/forests, the concept of hemeroby is often used. The degree of hemeroby is defined as degree of human cultural activities; at the same time it is a degree of distance to the natural state of vegetation. Such a natural state of vegetation may be pristine vegetation or potential natural vegetation. Because pristine vegetation was destroyed or modified by the humankind all over on the earth, the basis of naturalness assessment is the present potential natural vegetation including successive development under today's site conditions. The evaluation of the level of hemeroby can be used as an ecological tool that has been widely applied to ecology of agriculture, forestry, water, landscape, urban and nature reserves. This paper discusses the concept of hemeroby and its application including field observation.

**Key words:** Hemeroby; Method; Naturalness; Potential Natural Vegetation (PNV); Restoration