

我国泥炭的主要特性及其区域差异

祖文辰

(东北师范大学地理系)

马学慧 王荣芬

(中国科学院长春地理研究所)

我国泥炭资源分布广泛,贮量比较丰富,集中分布在东北山地和青藏高原,较多分布在华北平原、长江中下游、云贵高原和华南沿海等地。不同地区和不同类型的性质差别较大,利用途径也明显不同。因此,研究我国泥炭的主要特性及其区域差异和特点,对制定泥炭区域利用规划和因地制宜、合理利用泥炭资源是十分重要的。

一、我国主要泥炭类型的化学组成

泥炭是一种多组成、多级分、比较稳定的有机-无机复合物。它的化学组成比较复杂,除水分外,主要是有机质和矿物质。

(一) 泥炭有机质的组成

1. 有机质的元素组成 据不完全统计,我国主要泥炭类型的元素组成(表1)中,碳和氢的平均含量分别为50.33~62.81%和5.61~6.34%。藓类泥炭和草本-藓类泥炭的

表1 我国主要泥炭类型有机质的元素组成
Table 1 The element composition of organic matter in main peat types

泥炭类型	有机质	元 素 含 量 (有机质%)				
	(干基%)	C	H	N	O	S
藓类泥炭	90.57	50.33	6.34	0.97	42.22	0.15
	86.33~94.80	49.17~52.08	5.56~6.94	0.78~1.22	40.95~42.99	0.08~0.29
草本-藓类泥炭	72.95	52.15	5.75	1.64	40.27	0.19
	65.60~79.36	51.17~54.71	5.41~6.10	1.43~1.88	38.36~42.36	0.15~0.22
草本泥炭	50.62	55.81	5.67	3.09	34.99	0.44
	34.90~80.23	53.21~58.08	4.53~6.09	2.31~3.47	32.46~37.78	0.26~0.79
木本泥炭	71.84	62.81	5.61	0.84	29.96	0.33
	41.35~93.11	57.66~67.05	5.30~5.95	0.62~1.18	25.53~32.05	0.11~0.76

注:表中分子为平均值,分母为最低值~最高值(表2.3同表1)。

碳含量较低,氢含量较高,而草本泥炭和木本泥炭的碳含量较高,氢含量较低。碳和氢的含量还随分解度的增高而增加^[1]。氧和硫的平均含量分别为29.96~42.22%和0.15~0.44%。藓类泥炭和草本-藓类泥炭的氧含量较高;草本和木本泥炭较低,各类泥炭硫含量差别较小,以草本和木本泥炭含量较高。氮含量变化较大,其平均值从0.97%到3.09%,藓类泥炭最低,草本泥炭最高。有机质的元素组成,受造炭植物种属的影响而变化,是从藓类泥炭→草本-藓类泥炭→草本泥炭→木本泥炭,碳、硫含量增高,氢

含量减少，氮含量是少→多→少。这种变化趋势还与分解度的逐渐增强有关。

泥炭的形成和发育，是在原来造炭植物元素组成的基础上，经过微生物的作用，植物残体进行缓慢的缩合、脱水和脱羧基的生物化学过程，使碳素不断积聚，氧含量减少。随着泥炭累积年代的增长，明显表现出碳含量增加，氢、氮含量下降（这与气态氮的挥发和液态氮的淋失及不同造炭植物吸收营养状况等有关），氧含量减少的变化趋势（图 1）。

2. 有机质的组分组成 有机质的组分研究，是对泥炭进行化学评价和科学利用的基础。从泥炭有机质的组分分析统计来看（表 2），沥青含量较低，一般情况下，木本泥炭含量较多，其平均值为 5.61%，个别高分解的木本泥炭可达 12.12%，其次是藓类泥炭，而草本-藓类泥炭和草本泥炭的含量最少。沥青含量还随分解度的增高而增多^[1]。组分中的水溶物和半纤维素的含量变化在 0.48~29.54%，以藓类泥炭最多，木本泥炭最少，同时随着分解度的增高而减少^[1]。表 2 中，纤维素的含量均较低，尤以木本泥炭最低，这与泥炭化条件的影响和分解

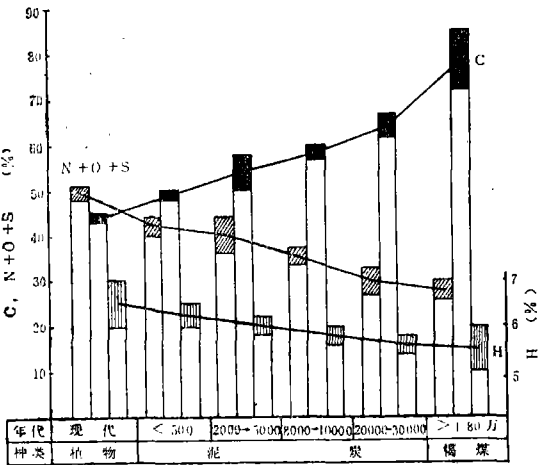


图 1 泥炭有机质的元素组成与发育年代的关系
Fig. 1 The relationship between elemental composition and accumulation age of peat

表 2 我国主要泥炭类型有机质的组分组成（干基%）

Table 2 The organic composition of main peat types (dry basis %)

泥炭类型	苯 沥 青	水溶物、半纤维素	腐 殖 酸	纤 维 素	木 质 素
藓类泥炭	2.54 2.31~3.28	29.54 21.22~34.50	21.46 17.50~30.71	5.92 4.65~7.34	3.04 2.54~6.40
草本-藓类泥炭	1.87 1.05~2.90	14.09 11.02~23.52	30.85 29.12~31.07	6.65 5.90~7.33	6.42 5.05~9.05
草本泥炭	1.41 0.97~1.88	9.16 3.83~32.52	33.14 18.10~60.06	3.54 迹量~11.17	4.85 0.25~11.07
木本泥炭	5.61 2.38~12.12	0.48 0.14~2.04	39.82 30.38~60.36	0.61 迹量~1.45	0.85 迹量~1.65

度较高有关。被称作泥炭特征组分的腐殖酸，其含量较高，草本-藓类泥炭、草本泥炭、木本泥炭的平均含量均在30%以上，高分解的木本泥炭和草本泥炭的含量可达60%以上。藓类泥炭的腐殖酸含量较低，平均值为21.46%，最低值只有17.50%。腐殖酸的含量除受植物残体种属影响以外，它的富集还与分解度有关，随着分解度的增高而增加，特别是在植物残体分解的最初阶段里，增长最快，随着分解度的继续增高而逐渐变缓。有机质组分中的木质素，除木本泥炭由于分解度较高，其含量低以外，其他类型泥炭木质素含量的变化范围为3.04~6.42%。贫营养泥炭木质素含量随着分解度增高而相对增加，若分解度相近，富营养泥炭木质素含量大于贫营养泥炭^[1]。

(二) 泥炭矿物质的组成

我国泥炭矿物质含量较高，据785个样品统计，平均灰分含量为43.99%，多数泥炭灰分含量在30~60%之间。按泥炭矿物来源的发生学观点来看，其主要原因是陆源矿物影响的结果，是由于水、风和其他动力作用带入泥炭中的岩石碎屑物和矿物。次要是泥炭中由于化学作用产生的自生矿物，植物残体由于生化作用产生的植物矿物影响较小。

表 3 我国主要泥炭类型矿物质的组成
Table 3 The mineral composition of main peat types

泥炭类型	灰 分 成 分 (灰分 %)				
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
藓类泥炭	56.27	12.85	11.91	5.21	2.92
	55.09~58.23	10.45~16.21	10.21~12.55	4.55~7.35	2.01~3.25
草本-藓类泥炭	58.24	14.61	12.19	6.21	3.45
	55.16~63.70	13.56~16.98	8.35~21.16	4.28~8.66	2.04~4.64
草本泥炭	59.86	15.05	13.26	9.01	3.03
	33.26~67.90	12.38~31.56	5.78~24.79	2.55~30.45	0.59~4.13
木本泥炭	70.08	14.84	8.54	1.19	1.76
	64.84~75.60	11.30~19.80	1.01~16.03	0.20~4.85	0.13~2.30

泥炭灰分组成(表3)中，各类泥炭中硅含量最高，其次铁、铝，再次钙、镁。藓类泥炭的灰分组成中，硅占优势，钙、镁较少。草本-藓类泥炭的灰分组成同藓类泥炭相比，各种成分均有增多。草本泥炭除硅、铁、铝含量增加外，钙含量有明显增加。这是陆源矿物和自生矿物影响的结果。木本泥炭的明显特点除硅含量高以外，铁、铝含量较高，钙、镁较低。是由于木本泥炭主要分布在我国南部沿海，受区域陆源矿物影响有关。

二、我国泥炭的主要理化特性

根据有关文献和泥炭诸性质的相关分析，我们认为有机质、腐殖酸、分解度、酸碱度是泥炭的主要理化特性，这些特性不仅是研究泥炭发生发展以及科学分类的重要指标，也是泥炭质量评价和开发利用的重要依据。

根据吉林省泥炭诸性质的相关分析表明，富营养泥炭有机质与吸湿水、吸氮量、全氮和腐殖酸均有明显的相关关系^[2]。泥炭有机质(x)与吸湿水(y₁)呈曲线相关，其相关式为y₁ = x/(0.026x + 3.39)；泥炭有机质(x)与吸氮量(y₂)、含氮(y₃)、腐殖酸(y₄)均呈直线相关，其相关式分别为y₂ = -0.27 + 0.025x；y₃ = 0.16 + 0.028x；y₄ = 3.04 + 0.51x。可见在泥炭理化性质中，有机质是决定和影响其他一些性质的基本性质，是泥炭诸性质中最主要的特性。

国内外研究表明^[1,2]，随着分解度的增强碳含量和发热量增高，氧含量减少，分解度与腐殖酸、沥青、木质素含量呈正相关，与碳水化合物和纤维素的含量呈负相关；随着分解度的增高，泥炭持水量和含水量减小、容重、比表面和盐基代换量增大。可见，分解度也是泥炭主要特性，在一定程度上对一些性质的动态变化具有指示作用。

腐殖酸是泥炭有机质中的主要成分，一般情况下，腐殖酸占泥炭有机质的50~60%，

如前所述, 泥炭腐殖酸与有机质、分解度的相关强。腐殖酸的吸附交换性能、络合和螯合能力、胶体性质以生理活性等都直接和间接影响泥炭的性质。

酸碱度决定泥炭形成发展过程中微生物群体的种类、数量和活性, 因而制约着泥炭的分解强度、有机质的转化、营养状况、有效养分的数量以及造炭植物的种属、组成。因此, 在一定意义上, 酸碱度是泥炭性质的综合反应。

根据上述分析和数学统计, 我国泥炭主要理化特性有下述特点:

1. 中分解。根据603个泥炭分解度的数学统计, 分解度的平均值为30.97%, 常见区间在25~35%, 常见区间的出现频率为46.8% (图2), 按着分解度的一般分级, 20~40%属于中分解泥炭, 可明显看出我国泥炭的中分解特点, 由于成炭和发育期的环境条件不同, 各地分解度的差异较大。总的趋势是南方大于北方, 埋藏泥炭高于表露泥炭, 就同一泥炭地而言, 常常是边缘高于中心。

2. 中有机质。根据785个泥炭有机质含量的数学统计, 有机质的平均含量为56.01%, 含量在45~65%的占测试总数的42.5% (图3)。按我国实际情况确定有机质含量的分级, 以50~70%为中有机质泥炭, 则我国泥炭基本属于中有机质特点。有机质含量与泥炭类型、蕴藏形式及泥炭的形成环境有关, 一般规律是藓类泥炭有机质含量高于草本和木本泥炭; 表露泥炭大于埋藏泥炭; 山地和高原区泥炭多于平原区泥炭。

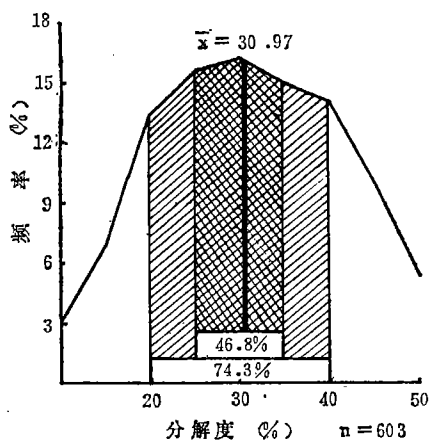


图2 我国泥炭分解度出现频率

Fig. 2 The frequency of decomposition degree of peat in China

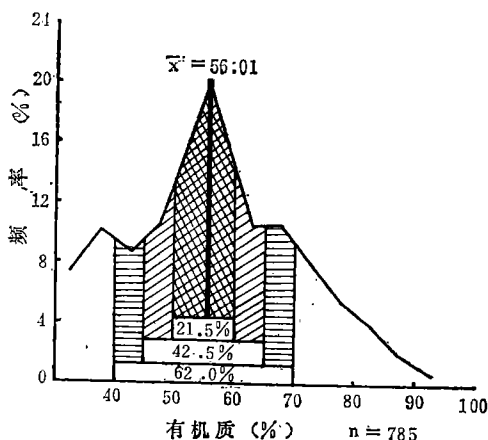


图3 我国泥炭有机质出现频率

Fig. 3 The frequency of organic contents of peat in China

3. 高腐殖酸。通过461个泥炭腐殖酸含量数学统计, 平均含量为31.18%。常见区间为23~38%, 该区出现频率为62.3% (图4)。如以腐殖酸含量大于30%为高腐殖酸分级界限, 我国泥炭腐殖酸含量平均值超过此量。从腐殖酸占有机质的百分率来看, 我国泥炭(55.7%)略高于苏联泥炭(55.5%)也高于日本泥炭(49.5%), 但有机质含量则低苏联, 也低日本(表4), 相对看出我国泥炭的高腐殖酸特点。不同泥炭类型泥炭的高腐殖酸含量差别较大, 一般木本泥炭含量高, 草本泥炭次之, 藓类泥炭含量较少。

4. 微酸性。根据621个泥炭pH值统计, 平均值为5.87, 常见区间在5.0~6.0, 该区出现频率为52.5% (图5)。明显看出微酸性的特点。一般变化规律是富营养泥炭酸

表 4 中国与日本、苏联富营养泥炭性质比较
Table 4 A comparison of peat properties among China, Japan and USSR

国 名	有 机 质 (%)	腐 殖 酸 (%)	全 氮 (%)	五 氧 化 二 磷 (%)	pH (H ₂ O)	分 解 度 (%)
日本北海道	68.20	33.80	1.99	0.22	5.31	32
苏 联	92.4(908)	51.3(361)	2.60(908)	0.11(906)	5.10(908)	29(281)
中 国	56.0(785)	31.2(461)	1.53(320)	0.16(314)	5.87(621)	31(603)

注：表内括号里为样品统计数量。

度高于贫营养泥炭；山区低，平原高；北方又高于南方。

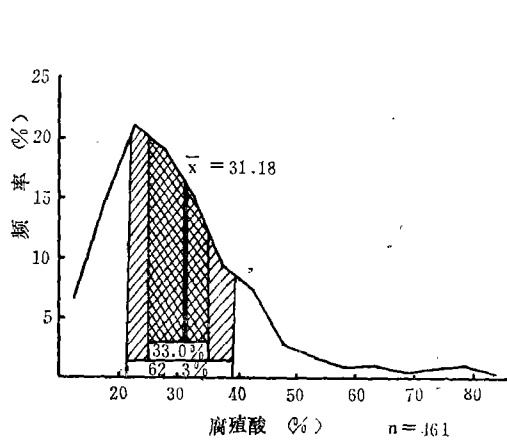


图 4 我国泥炭腐殖酸出现频率
Fig. 4 The frequency of humic acid contents of peat in China

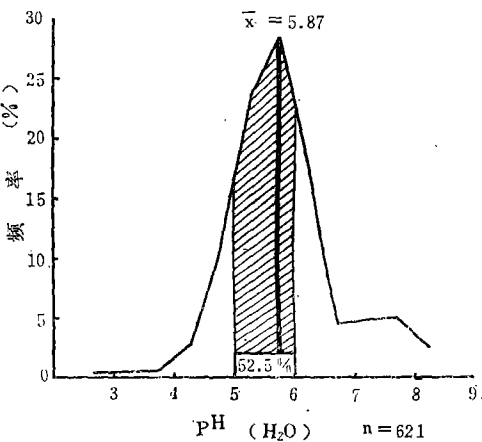


图 5 我国泥炭pH出现频率
Fig. 5 The frequency of pH value of peat in China

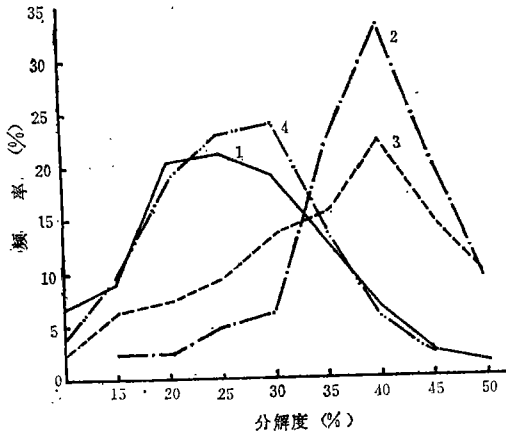
上述统计分析表明，微酸性、中分解、高腐酸、中有机质是我国泥炭理化性质主要特点。原因是我国位于欧亚大陆东南部，绝大部分领土处于中、低纬度内。西部为地势高亢的高原，东部为山地丘陵和广阔的平原，并濒临太平洋，属季风气候。因此东部气候温湿，西北干冷，西南高寒。世界范围看，处于泥炭弱积累地带，大部为富营养泥炭分布区。目前调查资料可看出，我国绝大部分地区发育成富营养泥炭，只在东北山地和南部高寒山区有零星发育的贫营养泥炭。为我国泥炭主要特性及特点奠定初步基础。

我国富营养泥炭的主要理化性质有别于苏联和日本（表 4）。这与泥炭形成和发育过程的环境条件有关。如泥炭分布较多的东北山地和青藏高原，泥炭多发育在河谷地、熔岩台地、坳沟、宽谷，及湖滨等地。地下水、地表水补给泥炭地，伴有一定量矿物质进入泥炭，利于富营养沼泽植物的生长发育。东部平原，由于自然和人为的影响，水热条件改变，大量泥沙进入泥炭沼泽地，致使沼泽终止发育，变成了埋藏泥炭，由于泥炭中矿物质含量的增加，首先增加了泥炭的营养物质，改变了泥炭的结构、水热条件和通气状况，同时使泥炭酸度减弱，加速了泥炭的分解速度。加之，我国东部多处于暖湿带、亚热带等地区，有利泥炭的分解。这样，我国泥炭不仅出现中有机质、微酸性的特点，也出现中分解的特点。随着泥炭分解过程的增强，促进了腐殖酸合成过程的发展，

使腐殖酸含量增高，因而在中有机质条件下，又出现了腐殖酸含量相对较高的特点。

三、我国泥炭主要特性的区域差异

通过我国几个泥炭分布较多地区的主要特性对比(图6~9)，可以看出气候与地形因素对泥炭性质的影响。由于各区泥炭性质的不同，在其利用方向上也有明显的差异。



1. 东北山地 2. 华北平原 3. 长江中下游 4. 青藏高原 (图6,7,8,9同)

图6 我国主要区泥炭分解度出现频率
Fig. 6 The frequency of decomposition degree in peat of main regions in China

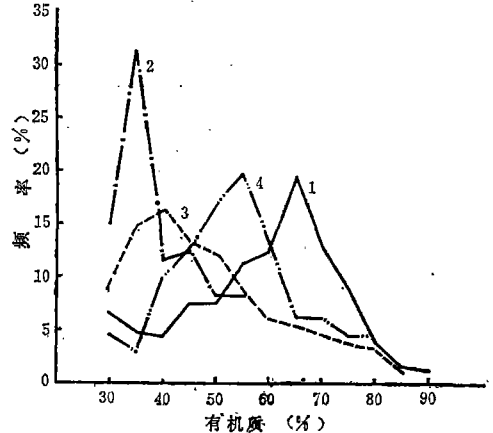


图7 我国主要区泥炭有机质出现频率
Fig. 7 The frequency of organic matter content in peat of main regions in China

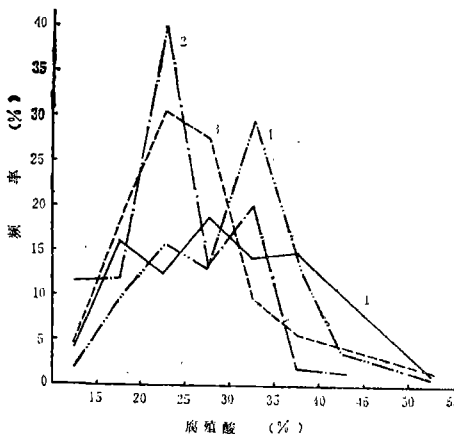


图8 我国主要区泥炭腐殖酸出现频率
Fig. 8 The frequency of humic acid content in peat of main regions in China

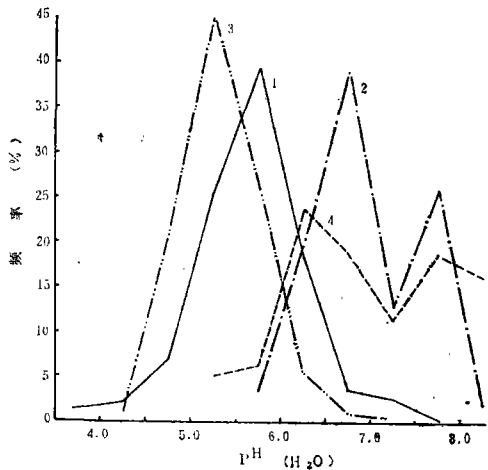


图9 我国主要区泥炭pH出现频率
Fig. 9 The frequency of pH value in Peat of main regions in China

1. 东北寒温带和温带山地泥炭分布区 本区包括大、小兴安岭和长白山地。气候冷湿，有季节性冻层和永冻层的存在，泥炭沼泽十分发育。该区泥炭有机质的平均含量为67.72%，腐殖酸的平均含量为 37.17%，分解度一般在 20~30%，pH 值平均为

5.73%。不同泥炭类型的主要性质差别较大,如藓类泥炭的有机质平均含量为91.32%,腐殖酸平均为21.05%,分解度为10~20%,pH值平均为4.46;草本泥炭有机质平均含量65.25%,腐殖酸平均含量是38.10%,分解度一般为20~30%,pH值平均为5.79。

东北山地区泥炭的主要特点是类型多、有机质和腐殖酸含量高、分解度较低至中等、微酸至酸性、纤维含量多、热值高。因此,可在建材、燃料、提取腐殖酸和水解物、制肥和制营养土等方面广泛利用。

2. 华北暖温带平原泥炭分布区 包括河北、河南及山东西部。这里气候温干,不利现代泥炭沼泽的发育,目前发现的泥炭多为埋藏泥炭。该区泥炭有机质的平均含量为41.66%,腐殖酸的平均含量只有19.28%,分解度一般在35~40%,pH值平均在7.05,主要类型是草本泥炭,其中芦苇-苔草泥炭有机质和腐殖酸含量略高于苔草泥炭。

华北平原泥炭的主要特点是类型简单、多由草本残体组成,灰分高、分解强、腐殖酸含量低,热值小、近中性。除灰分较低用于工业外,大部分泥炭适用于农业。

3. 长江中下游亚热带泥炭分布区 包括湖南、湖北、安徽、江西、江苏和浙江的部分地区。本区气候温湿、河网密布,有利于泥炭沼泽的发育。但由于河湖、海陆的变迁,特别是人类活动的干扰,许多沼泽已被掩埋或被改为农田,区内泥炭有机质的平均含量为50.58%,腐殖酸的平均含量为25.99%,分解度多在30~40%,pH值平均为5.39。主要类型是草本泥炭,有机质平均含量为46.13%,腐殖酸含量相对较高,平均为30.72%,分解度一般在30~35%。草本-木本泥炭和木本泥炭的有机质和腐殖酸较高,平均值分别为57.12%和36.52%,分解度一般在35~40%,此外,还有少量藓类泥炭,有机质含量低于东北山地藓类泥炭,而腐殖酸和分解度略高些。

长江中下游泥炭的主要特点是类型较多,性质差别较大,高灰分草本泥炭适用于农肥,低灰分的草本-木本泥炭、木本泥炭和草本泥炭可用于提取腐殖酸和作为燃料。

4. 青藏寒冷高原泥炭分布区 包括青海、西藏和四川西北部。由于受垂直地带的影 响,在海拔3600~4500米地带,气候寒冷,在河源、河谷及某些盆谷地内泥炭沼泽广泛发育。区内泥炭有机质平均含量为57.76%,腐殖酸平均含量为33.77%。分解度多在20~30%,pH值平均7.41。该区主要类型有苔草泥炭和苔草-嵩草泥炭,苔草泥炭有机质平均含量为62.30%,腐殖酸平均含量为34.85%,分解度一般在15~25%,pH值平均为7.54。而苔草-嵩草泥炭的有机质和腐殖酸含量低于苔草泥炭,其平均值分别为52.92%和29.18%,分解度一般为20~30%。pH值平均为7.24。

青藏高原泥炭的主要特点是有机质和腐殖酸含量较高、呈中性—微碱性反应、纤维量多、热值大、分解较差。主要用于地方燃料、建材、以及作为牲畜的铺垫材料。

此外,华南沿海地区泥炭,是草本和木本残体组成的泥炭类型,其特点是有机质和腐殖酸含量较高、分解强、沥青含量高。除高分解、低有机质泥炭用于农业外,其余均可用来提取腐殖酸、沥青或作燃料。

新疆多属于苔草和芦苇泥炭,有机质含量为50%左右,腐殖酸含量为25%左右,呈微酸性—碱性。分解度为25~40%,其中分布湖滨和河滩地以及扇缘地带的泥炭,其有机质和腐殖酸含量较高,可用于提取腐殖酸和作为燃料以及建筑材料,微酸性、低分解

的泥炭可作牲畜的铺垫材料。

参 考 文 献

- [1] И.И. Лиштвак, Н.Т.Король, Основные свойства торфа и методы их определения, Минск, Изд., Наука и техника, 1975.
- [2] 马学慧, 我国泥炭性质及发育的探讨, 地理科学, 2 卷, 2 期, 1982.
- [3] 近藤练三, 北海道におけち泥炭土壤の化学的性状に関する研究(5)——泥炭土の有机物组成, 日本土壤肥科学杂志, 50 卷, 6 号,

THE MAIN PROPERTIES AND REGIONAL DIVERSITY OF PEAT IN CHINA

Zu Wenchen

Ma Xuehui Wang Rongfen

(Department of Geography,
Northeast Normal University)

(Changchun Institnte of Geography
Academia Sinica)

ABSTRACT

China has rich peat reserves distributed widely. The peat properties vary greatly with regions and types. Based on the correlation analysis, organic matter, humic acid, decomposition degree and acidity are considered as the basic natures and main properties of peat. According to statistics and quantitative grade, China's peat is characterized by weak acidness, medium decomposition degree, middle organic content and high humic acid content, which result from the conditions of peat formation and development peculiar to China.

The main properties of peat in various regions are obviously different. The peats both on the northeast mountains and the Qingzang Plateau have similar properties, but on the northeast mountains the peat with relatively high organic content is weakly acid to acid, herb, wood and moss peats all can be found; while on the Qingzang plateau peat is neutral to alkaline, mainly herbaceous. The peat in the North China Plain is high ash content, low humic acid content, high decomposition degree, nearly neutral, mainly herbaceous. The peat in the middle and lower Changjiang region is weak acidness and middle organic content. There are not only wood and herb peats with high decomposition degree and high contents of organic matter and humic acid, but also some moss peat.