

Effects of Stand Age and Slope Position on Soil Organic Carbon Content in Typical Plant Communities in Mountain Areas of Northern Yanshan

Xingrui Zhang¹, Zhiqiang Hou^{2*}

¹Handan Forestry Technology Extension Station, Handan Hebei

²Forestry Workstation in Luancheng District of Shijiazhuang, Shijiazhuang Hebei

Email: hzq19842@163.com

Received: Mar. 23rd, 2018; accepted: Apr. 4th, 2018; published: Apr. 11th, 2018

Abstract

Based on the measured data of 36 soil profiles, the effects of stand age and slope position on soil organic carbon content of 4 typical community types in northern Yanshan were studied. The results showed that the secondary poplar birch forest was from 0 to 10 cm layers with 9a organic carbon content (76.85 g/kg), >28a (67.26 g/kg) and >16a (65.61 g/kg). In the 20 - 40 cm and 60 - 70 cm soil layers, the organic carbon content decreased with the increase of stand age. Larch plantation in 0 - 10 cm level, the maximum value appeared in 18a students (86.25 g/kg), followed by 9a (79.16 g/kg) and 33a (68.33 g/kg), once again for the 43a (63.46 g/kg), the lowest is 5a (48.25 g/kg). In the 20 - 70 cm range, the organic carbon content's increasing trend along with the increase of age is not obvious. In deep soil (20 - 70 cm), the organic carbon content of mature forest (43 year old) is obviously higher than that of other stages of development. The soil organic carbon in different communities did not show consistent regularity from the slope to the middle slope to the uphill environment gradient. In the shrub community of Spiraea, the change law of organic carbon content in different slope positions is the most complex. The content of organic carbon in hazel shrub community showed an increasing trend with the decrease of slope position. In the 0 - 10 cm of the secondary Yang Hualin and the artificial larch forest, the organic carbon content in the slope is lower than the middle slope and the lowest in the slope, while the change law of the other levels is inconsistent.

Keywords

North Region of Yanshan Mountain, Plant Community, Stand Age, Slope Position, Soil Organic Carbon Content

*通讯作者。

林分年龄与坡位对燕山北部山地典型植物群落土壤有机碳含量的影响

张兴锐¹, 侯志强^{2*}

¹邯郸市林业技术推广站, 河北 邯郸

²石家庄市栾城区林业工作站, 河北 石家庄

Email: hzq19842@163.com

收稿日期: 2018年3月23日; 录用日期: 2018年4月4日; 发布日期: 2018年4月11日

摘要

基于36个土壤剖面的实测数据, 研究了林分年龄与坡位对燕山北部地区4种典型群落类型土壤有机碳含量的影响。结果表明: 次生杨桦林0~10 cm层, 9a生有机碳含量(76.85 g/kg) > 28a生(67.26 g/kg) > 16a生(65.61 g/kg)。在20~40 cm和60~70 cm土层范围内, 有机碳含量表现出随着林分年龄的增加而降低的趋势。人工落叶松林在0~10 cm层次上, 最大值出现在18a生中(86.25 g/kg), 其次为9a生(79.16 g/kg)和33a生(68.33 g/kg), 再次为43a生(63.46 g/kg), 最低为5a生(48.25 g/kg), 在20~70 cm范围内, 有机碳含量随年龄增长而增加的趋势不明显。在深层土壤(20~70 cm)中, 成熟林(43年生)各层次有机碳含量要明显高于其他各发育阶段相应层次的有机碳含量。各群落土壤有机碳在从下坡-中坡-上坡环境梯度上没有表现出一致的规律性。在绣线菊灌丛群落中, 不同坡位之间有机碳含量的变化规律最为复杂。榛子灌丛群落表现出有机碳含量随着坡位的降低而呈现出增加的趋势。次生杨桦林和人工落叶松林的0~10 cm中, 上坡有机碳含量, 中坡次之, 下坡最低, 而其余各层次的变化规律不一致。

关键词

燕山北部, 植物群落, 林分年龄, 坡位, 土壤有机碳含量

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

森林生态系统是全球陆地生态系统的重要组成部分, 在全球碳循环中起着极为重要的作用[1]。土壤中的有机碳量是进入土壤的植物残体量以及在土壤微生物作用下分解损失的平衡结果, 其碳库库容的大小主要受自然因素和人为因素两大类, 自然因素包括气候、植被、土壤理化性质、海拔和经纬度等; 人为因素包括土地利用方式, 即土地利用变化和土地利用管理, 尤其这些影响因子之间的相互作用对土壤有机碳库的动态变化非常的重要, 所以, 对于影响因子的定性和定量描述一直是研究的热点问题。坡体位置不同, 植被状况、人为干扰情况不一致, 土壤中有机碳含量有差异。许多研究表明, 由于坡位不同, 导致环境因子表现出一定的规律性变化, 进而间接影响到有机碳的分布特征。周鑫等对我国东北地区对次生林研究发现, 坡位能够显著影响土壤有机碳的分布, 下坡有机碳含量是上坡的 1.83 倍[2]。姜航

等在东北帽儿山次生林区研究发现, 下坡土壤有机碳含量是上坡的 1.95 倍[3]。湖北兰陵溪小流域和杉木溪小流域不同坡位土壤有机碳下坡 > 中坡 > 上坡, 并且坡位对有机碳含量的影响随着土壤深度的增加更显著, 60~100 cm 土层土壤有机碳含量坡位的差异达到极显著水平[4]。虽然近年来对我国北部不同植被类型[5] [6] [7]及土地利用方式下的土壤有机碳含量的变化研究较多, 但关于本地区森林土壤有机碳含量的研究报道较少, 特别是林分年龄对有机碳含量的相关研究就更少, 需进一步加强。本研究以燕山北部山地 4 种典型群落类型为研究对象, 研究林分年龄和坡位对燕山北部地区 4 种典型群落类型的土壤有机碳含量的影响结果, 试图为该地区森林生态系统的合理经营、碳汇功能的评价以及土地利用方式的选择提供科学依据。

2. 研究区域概况

研究地点设于河北省围场县内, 地处燕山山脉西北部。燕山山脉是中国北部著名山脉之一, 出于河北省中北部地区。广义上的燕山山脉系指坝上高原以南, 河北平原以北, 白河谷地以东, 山海关以西的山地, 位于北纬 39°40'~42°10', 东经 115°45'~119°50'。

研究地点位于河北省围场县木兰围场林管局孟滦林场小东沟作业区, 各群落类型的基本概况见表 1。调查时间为 2008 年 5 月。

3. 研究方法

在每种群落类型内, 按照上、中、下 3 个坡位分别设置标准地(共 12 块标准地), 坡位划分方式为: 靠近山顶区域为上坡, 坡面距离中点区域为中坡, 靠近山脚区域为下坡。在每个标准地内, 随机确定 3 个取样点, 挖取土壤剖面(深至土壤母岩), 分层取样(分层深度为 10 cm)。将样品带回室内阴干, 用重铬酸钾法测定土壤有机碳含量[8]。环刀法测定土壤容重[9]。

土壤有机碳含量、碳密度计算

某一土层有机碳密度的计算公式为:

$$SOCD_i = C_i \times D_i \times E_i \times (1 - G_i) / 100$$

式中, $SOCD_i$ 为 i 土层土壤有机碳密度(kg/m^2), C_i 为土壤有机碳含量(g/kg), D_i 为容重(g/cm^3), E_i 为土层厚度(cm), G_i 为直径 $\geq 2 \text{ mm}$ 的石砾所占的体积百分比(%). 如果某一土壤剖面由 k 层组成, 那么该剖面的总有机碳密度 C_t 为:

$$C_t = \sum_{i=1}^k SOCD_i$$

式中, k 为土壤剖面的土层数目。

数据的整理、分析采用 excel 软件。

Table 1. Situation of four types of plant community

表 1. 4 种典型植物群落基本概况

群落类型 Community type	海拔/m Altitude	相对海拔/m Relative altitude	坡度/ $^{\circ}$ slope	坡向 Aspect	郁闭度/% Canopy density	备注 Remarks
绣线菊灌丛	1400	100	25	SE	0.5	强烈人为干扰
榛子灌丛	1500	200	20	N	20	轻微采摘干扰
次生杨桦林	1450	150	10	N	80	16 年生, 轻微砍伐、放牧干扰
人工落叶松林	1500	200	7	N	75	9 年生, 轻微放牧干扰

4. 结果与分析

4.1. 林分年龄对土壤有机碳含量的影响

4.1.1. 不同年龄次生杨桦林土壤有机碳含量的比较

以不同年龄作为处理, 对不同年龄次生杨桦林各层次间土壤有机碳含量进行比较分析, 杨桦林 3 种年龄阶段土壤有机碳含量比较见表 2。

从表 2 可以看出, 0~10 cm 层, 9a 生有机碳含量最高(76.85 g/kg), 28a 生次之(67.26 g/kg), 16a 生最低(65.61 g/kg)最低。在 20~40 cm 和 60~70 cm 土层范围内, 有机碳含量表现出随着林分年龄的增加而降低的趋势。10~20 cm 和 50~60 cm 这两个土层, 均是 16a 生最高, 9a 生次之, 28a 生最低。

4.1.2. 林分年龄对人工落叶松林土壤有机碳含量的影响

5 种年龄类型的人工落叶松林各土层有机碳含量比较及方差分析结果见表 3。在 0~10 cm 层次上, 最大值出现在 18a 生中(86.25 g/kg), 其次为 9a 生(79.16 g/kg)和 33a 生(68.33 g/kg), 再次为 43a 生(63.46 g/kg), 最低为 5a 生(48.25 g/kg); 10~20 cm 层次上, 有机碳含量随着年龄的增加基本呈现出增加的趋势; 而在 20~70 cm 范围内, 有机碳含量随年龄增长而增加的趋势不明显, 43a 生要明显高于其余四个年龄类型, 其余 4 个类型在这些层次上的变化差异不明显。

4.2. 不同坡位土壤有机碳含量的比较

在研究山地土壤有机碳空间分布规律时, 坡位因素(海拔高度)是应当考虑在内的一个因素, 许多研究表明, 由于坡位的不同, 导致环境因子表现出一定的规律性变化, 进而间接影响到有机碳的分布特征。

从表 4 中可以看出, 对于绣线菊灌丛群落的不同坡位的同一土层, 0~10 cm 表现为上坡(41.89 g/kg) > 下坡(39.14 g/kg) > 中坡(31.92 g/kg), 10~20 cm 表现为下坡(33.62 g/kg) > 上坡(32.86 g/kg) > 中坡(24.61 g/kg), 20~30 cm 表现为上坡(17.78 g/kg) > 下坡(15.52 g/kg) > 中坡(5.42 g/kg), 30~40 cm 表现为下坡(11.80 g/kg) > 中坡(3.43 g/kg) > 上坡(0.96 g/kg), 可见, 在绣线菊灌丛群落中, 不同坡位之间有机碳含量的变化规律最为复杂, 这可能是与其受到的来自人为的扰动程度最大, 频率最高有关, 造成了其复杂多变的现状。

Table 2. Three ages of the natural Aspen-Birch forests in soil organic carbon content
表 2. 杨桦林 3 种年龄阶段土壤有机碳含量比较(g/kg)

土层深度/cm Soil depth	9a 生 Nine years	16a 生 Sixteen years	28a 生 Twenty-eight years
0~10	76.85 ± 10.97	65.61 ± 10.69	67.26 ± 7.49
10~20	38.22 ± 6.77	46.21 ± 2.01	32.40 ± 4.96
20~30	36.05 ± 7.35	28.31 ± 6.92	23.75 ± 5.89
30~40	22.95 ± 0.55	22.52 ± 5.39	14.06 ± 8.37
40~50	11.94 ± 5.77	16.52 ± 4.56	9.76 ± 10.19
50~60	8.78 ± 1.16	10.32 ± 1.28	4.08 ± 7.06
60~70	6.19 ± 1.63	4.60 ± 2.25	2.27 ± 3.93
70~80	3.34 ± 0.58	1.41 ± 1.00	-
80~90	1.04 ± 1.81	-	-

Table 3. Five aged types of Larch forest soil organic carbon content
表 3. 落叶松林 5 种年龄类型土壤有机碳含量比较(g/kg)

土层深度/cm Soil depth	5a 生 Five years	9a 生 Nine years	18a 生 Eighteen years	33a 生 Thirty-three years	43a 生 Forty-three years
0~10	48.25 ± 13.78	79.16 ± 14.90	86.25 ± 17.64	68.33 ± 16.59	63.46 ± 5.29
10~20	36.76 ± 6.63	45.37 ± 3.93	42.81 ± 15.91	46.55 ± 4.21	52.64 ± 0.58
20~30	30.61 ± 3.71	31.53 ± 6.21	22.71 ± 12.31	30.20 ± 8.41	45.41 ± 2.51
30~40	21.91 ± 3.70	18.98 ± 9.06	14.67 ± 9.16	16.94 ± 2.61	39.75 ± 12.54
40~50	12.04 ± 3.02	13.27 ± 7.22	8.45 ± 2.22	11.02 ± 0.70	34.18 ± 17.42
50~60	6.95 ± 2.13	6.54 ± 1.77	5.07 ± 0.18	8.96 ± 2.98	30.85 ± 16.10
60~70	4.60 ± 1.75	2.20 ± 0.27	4.19 ± 2.11	3.72 ± 3.24	24.41 ± 13.42
70~80	3.49 ± 2.98	0.46 ± 0.80	0.33 ± 0.57	-	22.26 ± 15.54
80~90	0.97 ± 1.16	-	-	-	22.55 ± 14.43
90~100	-	-	-	-	19.81 ± 15.17
100~110	-	-	-	-	14.15 ± 13.53
110~120	-	-	-	-	12.08 ± 16.33
120~130	-	-	-	-	8.01 ± 13.87

Table 4. Comparison of the Spiraea bushes in different slope positions of soil organic carbon
表 4. 绣线菊灌丛不同坡位土壤有机碳含量比较(g/kg)

群落类型 Community type	坡位 Slope position	上坡 Uphill slope	中坡 Middle slope	下坡 Downhill slope
	土层深度/cm Soil depth/cm			
绣线菊灌丛	0~10	41.89 ± 6.14	31.92 ± 4.33	39.14 ± 10.62
	10~20	32.86 ± 8.26	24.61 ± 8.60	33.62 ± 8.68
	20~30	17.78 ± 18.13	5.42 ± 4.95	15.52 ± 13.80
	30~40	0.96 ± 2.15	3.43 ± 3.15	11.80 ± 13.16
	40~50	-	2.73 ± 6.11	5.88 ± 13.15
	50~60	-	0.88 ± 1.97	-
	60~70	-	0.32 ± 0.72	-
	70~80	-	-	-

从表 5 中可以看出, 0~10 cm 中, 上坡有机碳含量最低(53.81 g/kg), 中坡较高(62.76 g/kg), 下坡最高(77.64 g/kg), 以此类推, 10~70 cm 这 6 个土层也是表现出一致的变化规律, 即有机碳含量随着坡位的降低而呈现出增加的趋势。这点变化规律在这个群落类型中各个土层都得到了体现, 表现出了很好的一致性, 这与土层厚度随坡位的降低而增加的趋势具有明显的相关性。

从表 6 看出, 0~10 cm 中, 上坡有机碳含量最高(77.29 g/kg), 中坡次之(63.19 g/kg), 下坡最低(56.33 g/kg)。20~30 cm、30~40 cm 和 60~70 cm 这三个土层, 均是下坡有机碳含量最高(依次是 34.06 g/kg、28.63 g/kg 和 7.17 g/kg), 中坡次之(依次是 30.24 g/kg、20.55 g/kg 和 3.61 g/kg), 上坡最低(依次是 20.63 g/kg、18.39 g/kg 和 3.00 g/kg)。其余各层变化规律没有一致性。

Table 5. Comparison of the Hazel bushes in different slope positions of soil organic carbon
表 5. 榛子灌丛不同坡位土壤有机碳含量比较(g/kg)

土层深度/cm Soil depth	上坡 Uphill slope	中坡 Middle slope	下坡 Downhill slope
0~10	53.81 ± 0.95	62.76 ± 16.84	77.64 ± 16.79
10~20	31.14 ± 9.23	42.10 ± 6.92	46.60 ± 5.30
20~30	13.76 ± 3.19	29.17 ± 4.59	39.63 ± 4.66
30~40	8.46 ± 2.97	13.21 ± 4.61	29.89 ± 6.18
40~50	6.44 ± 2.82	9.36 ± 2.76	16.42 ± 4.09
50~60	4.16 ± 4.28	7.45 ± 1.12	12.50 ± 3.40
60~70	2.22 ± 3.85	3.38 ± 5.86	6.15 ± 5.34
70~80	-	-	-

Table 6. Comparison of the natural Aspen-Brich forest in different slope positions of soil organic carbon
表 6. 次生白桦林不同坡位土壤有机碳含量比较(g/kg)

土层深度(cm) Soil depth	上坡 Uphill slope	中坡 Middle slope	下坡 Downhill slope
0~10 cm	77.29 ± 28.21	63.19 ± 27.68	56.33 ± 7.89
10~20 cm	47.14 ± 7.77	47.60 ± 14.77	43.91 ± 8.06
20~30 cm	20.63 ± 9.28	30.24 ± 9.57	34.06 ± 6.85
30~40 cm	18.39 ± 8.38	20.55 ± 10.12	28.63 ± 7.23
40~50 cm	14.50 ± 3.89	13.32 ± 6.84	21.74 ± 9.66
50~60 cm	8.85 ± 2.73	11.08 ± 6.70	11.04 ± 6.02
60~70 cm	3.00 ± 5.20	3.61 ± 7.65	7.17 ± 5.30
70~80 cm	1.69 ± 2.92	0.31 ± 1.98	2.25 ± 0.53

分析表 7 中可知, 0~10 cm 中, 上坡最高(95.24 g/kg), 中坡次之(76.42 g/kg), 下坡最低(65.82 g/kg)。10~20 cm、20~30 cm 和 30~40 cm 这三个层次, 则是下坡最高(依次是 48.55 g/kg、38.52 g/kg 和 29.37 g/kg), 上坡次之(46.58 g/kg、29.42 g/kg 和 14.89 g/kg), 中坡最低(40.98 g/kg、26.65 g/kg 和 12.68 g/kg)。其余各层次变化规律没有一致性。

在次生杨桦林和人工落叶松林类型中, 某些层次在三个坡位间的表现出了有机碳含量随坡位的升高增加的趋势, 可能和两种类型的下坡位置相对于上坡和中坡受到更多的人为干扰有较大的关系, 同时, 本研究得到的这个结论, 与陈武荣等研究得到, 土壤中不同粒级有机碳含量随海拔高度的增加而呈现增加的趋势这一结论基本一致[7]。

5. 结论与讨论

1) 次生杨桦林各个土层中, 0~10 cm 层, 9a 生有机碳含量(76.85 g/kg) > 28a 生(67.26 g/kg) > 16a 生(65.61 g/kg)。在 20~40 cm 和 60~70 cm 土层范围内, 有机碳含量表现出随着林分年龄的增加而降低的趋势。10~20 cm 和变化规律没有显示出一致性。另外, 3 个年龄段的次生杨桦林在土壤有机碳含量方面没有表现出明显差异。有学者研究得到, 0~100 cm 土层中, 杉木人工林土壤有机碳含量表现为成熟林最大,

Table 7. Comparison of the artificial larch forest in different slope positions of soil organic carbon
表 7. 人工落叶松林不同坡位土壤有机碳含量比较(g/kg)

土层深度(cm) Soil depth	上坡 Uphill slope	中坡 Middle slope	下坡 Downhill slope
0~10 cm	95.24 ± 31.68	76.42 ± 36.99	65.82 ± 20.60
10~20 cm	46.58 ± 15.47	40.98 ± 3.88	48.55 ± 2.89
20~30 cm	29.42 ± 18.84	26.65 ± 13.79	38.52 ± 11.02
30~40 cm	14.89 ± 7.06	12.68 ± 8.33	29.37 ± 10.39
40~50 cm	8.73 ± 3.39	9.48 ± 6.14	21.59 ± 9.09
50~60 cm	6.58 ± 1.90	4.75 ± 5.67	8.28 ± 2.29
60~70 cm	2.23 ± 1.96	2.45 ± 2.13	1.91 ± 3.31
70~80 cm	-	-	1.38 ± 2.39

中龄林次之, 幼龄林最小[6]。然而, 这种观点在本研究中没有得到体现, 可能与所选择的林分年龄差异不明显有关, 同时, 本研究中的杨桦林为天然次生林, 与上述学者观点中提到的人工林, 在林分起源、生长过程和接受外界干扰强弱等因素上具有明显的差异, 这都导致了本研究所得到的结论与已有研究结果不太一致, 在以后的研究中, 可以分别针对不同的林分发育阶段选择年龄差异较大的年龄类型来做进一步的讨论。

2) 人工落叶松林各土层中, 在0~10 cm层次上, 最大值出现在18a生中(86.25 g/kg), 其次为9a生(79.16 g/kg)和33a生(68.33 g/kg), 再次为43a生(63.46 g/kg), 最低为5a生(48.25 g/kg); 10~20 cm层次上, 有机碳含量随着年龄的增加基本呈现出增加的趋势; 而在20~70 cm范围内, 有机碳含量随年龄增长而增加的趋势不明显。5种年龄类型的人工落叶松林林分在成熟之前(本研究中43年生之前的4个年龄段), 各个层次之间的有机碳含量没有明显的相关关系; 在林分发展到一定阶段(本研究中的43年生类型)时, 从上到下, 各个土层间要表现出高于其他年龄段相应层次间有机碳含量的趋势。

在深层土壤(20~70 cm)中, 成熟林(43年生)各层次有机碳含量要明显高于其他各发育阶段相应层次的有机碳含量, 这与尉海东[6]关于人工林成熟林土壤含碳率相较于幼龄林和中龄林的结论是一致的。

3) 各群落土壤有机碳在从下坡—中坡—上坡环境梯度上没有表现出一致的规律性。在绣线菊灌丛群落中, 不同坡位之间有机碳含量的变化规律最为复杂。榛子灌丛群落中, 0~10 cm中, 上坡有机碳含量最低(53.81 g/kg), 中坡较高(62.76 g/kg), 上坡最高(77.64 g/kg), 以此类比, 10~70 cm这6个土层也是表现出有机碳含量随着坡位的降低而呈现出增加的趋势。次生杨桦林的0~10 cm中, 上坡有机碳含量最高(77.29 g/kg), 中坡次之(63.19 g/kg), 下坡最低(56.33 g/kg), 人工落叶松林的0~10 cm中, 上坡最高(95.24 g/kg), 中坡次之(76.42 g/kg), 下坡最低(65.82 g/kg), 而其余各层次的变化规律不一致。

本研究的结果支持了这样一种观点: 林分在成熟之前(本研究中43年生之前的4个年龄段), 各个层次之间的有机碳含量没有明显的相关关系; 在林分发展到一定阶段(本研究中的43年生类型)时, 从上到下, 各个土层间要表现出高于其他年龄段相应层次间有机碳含量的趋势。另外, 这个结论是在本地区人工落叶松林条件下研究得出, 是否具有相应的普遍性, 及是否会在过熟林阶段中表现出来, 还须做进一步的研究和探讨。

参考文献

- [1] 刘伟, 程积民, 高阳, 等. 黄土高原草地土壤有机碳分布及其影响因素[J]. 土壤学报, 2012, 49(1): 68-75.

-
- [2] 周鑫, 姜航, 孙金兵, 等. 地形因子和物理保护对张广才岭次生林土壤有机碳密度的影响[J]. 北京林业大学学报, 2016, 38(4): 94-106.
- [3] 姜航, 高菲, 崔晓阳. 帽儿山次生林区土壤有机碳储量及地形因子的影响[J]. 森林工程, 2015, 31(3): 16-20.
- [4] 孟莹. 小流域尺度下土壤有机碳储量估算与空间分布特征研究[D]: [硕士学位论文]. 武汉: 华中农业大学, 2012.
- [5] 付晓燕, 江大勇, 郭万军, 等. 林龄、密度对华北落叶松人工林下生物多样性的影响[J]. 河北林果研究, 2009, 24(3): 33-37.
- [6] 尉海东, 马祥庆. 中亚热带不同发育阶段杉木人工林生态系统碳贮量研究[J]. 江西农业大学学报, 2006, 28(2): 239-243.
- [7] 陈武荣, 肖霜霜, 刘炜, 等. 武夷山不同海拔高度三种粒级土壤中有机碳的变化规律研究[J]. 安徽农学通报, 2008, 14(11): 61-64.
- [8] 蒋芳, 吴小红, 项文化. 南酸枣落叶阔叶林土壤有机碳空间变异及影响因素[J]. 广西林业科学, 2016, 45(2): 143-148.
- [9] 李翀, 周国模, 施拥军, 等. 不同经营措施对毛竹林土壤有机碳的影响[J]. 林业科学, 2015, 51(4): 26-35.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2169-2432, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>
期刊邮箱: wjf@hanspub.org