

燕山东段森林群落及灌木 群落枯落物的研究*

郑均宝 王德艺 郭泉水 李志增 杜灿章 刘志新

摘要 燕山东段森林群落枯落物现存量平均为4.35~28.67 t/hm²,以山杨混交林、松栎混交林、椴树混交林最高,栎林和油松林次之,侧柏林最低。灌木群落枯落物现存量平均为4.15~18.94 t/hm²,低于森林群落。森林枯落物现存量受树种组成、年龄、立地条件及人为干扰的影响。其中,人为干扰影响最大,几乎使枯落物损失殆尽。森林枯落物营养元素总贮量0.176~1.534 t/hm²,最大贮水量3.9~54.0 t/hm²,平均41.2 t/hm²;灌木群落枯落物营养元素总贮量0.327~0.846 t/hm²,最大贮水量为4.8~26.9 t/hm²,平均16.2 t/hm²。

关键词 燕山东段、森林枯落物、营养元素、最大贮水量

森林枯落物层是矿质营养元素的蓄库。并具有贮存降水,提高土壤持水量,减少地表径流的作用。国内外许多学者都致力于枯落物的研究,并取得了一些卓有成效的结果^[1-6]。但是在中国较系统地研究暖温带森林枯落物的报道还很少见。为此,在燕山东段对主要森林群落及灌木群落类型中枯落物层的现存量、灰分及营养元素含量、枯落物层最大贮水量进行了为期3a的调查研究。旨在深入研究暖温带森林生态系统的结构、功能,为经营管理提供理论依据。

1 试验地概况

研究工作主要是在秦皇岛市山海关林场和青龙县进行,海拔100~920 m,基岩以花岗岩、角砾岩、安山岩为主,少数泥质页岩。年平均气温9~10.7℃,一月份平均气温-7.1~-6.4℃,多年平均降水量600~750 mm,主要集中在夏季,占年降水量的70%以上。植物生长期150~180 d。土壤为褐土和棕色森林土。土层深度多为薄层和中层。土壤质地多为轻壤和中壤,含有多少不等的石砾。属暖温带落叶阔叶林区,有栎林、油松林、松栎混交林及少量山杨混交林和椴树混交林。构成栎林的树种有槲树(*Quercus dentata* Thunb.)、栓皮栎(*Q. variabilis* Bl.)、蒙古栎(*Q. mongolica* Fisch.)、槲栎(*Q. aliena* Bl.)、辽东栎(*Q. liaotungensis* Koidz.)、北方麻栎(*Q. acutissima* var. *septentrionalis* Liou)、麻栎(*Q. ac-*

1991-11-03收稿。

郑均宝教授,王德艺,郭泉水,李志增(河北林学院 河北保定 071000);杜灿章,刘志新(河北省秦皇岛市林业局)。

*调查研究经费由河北省林业厅提供。参加工作的还有秦皇岛市山海关林场李锡纯,青龙县林业局郭春、刘诚。河北林学院林师86级部分学生参加了外业工作。刘迎芳、李惠卓、张毅功、谷瑞生、张丽娟参加了枯落物分析工作,在此一并致谢。

utissima Carr.)等。油松(*Pinus tabulaeformis* Carr.)构成纯林以及松栎混交林。椴树混交林的主要树种有小叶椴(*Tilia mongolica* Maxim.)、糠椴(*T. mandschurica* Rupr. et Maxim.)，其它树种有核桃楸(*Juglans mandschurica* Maxim.)、山杨(*Populus davidiana* Dode)、山槐(*Maackia amurensis* Rupr. et Maxim.)、白蜡(*Fraxinus* spp.)、辽东栎等。山杨混交林中主要树种是山杨，其它树种有小叶椴、白蜡、辽东栎、蒙古栎等。山海关林场还有小面积的侧柏(*Platyclusus orientalis*(L.) Endl.)人工林。调查林分林龄多在20~50 a。群落结构简单，分为乔木层、下木层和草本层。灌木群落也占有一定面积，主要灌木树种有荆条(*Vitex negundo* L. var. *heterophylla* (Franch.) Rehd.)、三裂绣线菊(*Spiraea trilobata* L.)、华北绣线菊(*S. fritschiana* Schneid.)、山杏(*Prunus armeniaca* var. *ansu* Maxim.)、花木蓝(*Indigofera kirilowii* Maxim. ex palibin)、鼠李(*Rhamnus* spp.)、多花胡枝子(*Lespedeza floribunda* Bunge)、胡枝子(*L. bicolor* Turcz.)、平榛(*Corylus heterophylla* Fisch. ex Bess.)、鹅耳枥(*Carpinus turczaninowii* Hance)、锦带花(*Weigela florida* (Bge.) A. DC.)、刺苞南蛇藤(*Celastrus flagellaris* Rupr.)、小花溲疏(*Deutzia parvisflora* Bge.)、大花溲疏(*D. grandiflora* Bge.)、酸枣(*Ziziphus jujuba* var. *spinosa* Hu ex)、欧李(*Prunus humilis* Bge.)、叶底珠(*Securinea suffruticosa* (Pall.) Rehd.)、锦鸡儿(*Caragana* spp.)等。森林群落和灌木群落均有厚度不等的枯落物层。山海关林场持续封山40 a，森林覆被率(含灌木林地段)从1952年的8.3%，增加到1991年的74.7%。而青龙、抚宁等县自70年代以来，因不断乱砍滥伐，使现实林分长势衰弱。

2 调查研究方法

调查林分主要是在山海关林场范围内选择。同时取青龙县部分人为活动频繁的林分作为对照。

2.1 野外调查

调查内容包括群落的结构特征、立地条件和枯落物现存量。具体做法是在线路踏查的基础上，选择典型地段设置标准地，面积约为400~600 m²。在标准地内调查记载立地条件和林分结构因子，并机械设置0.1 m²的样方10个，称量各样方中A₀₀层和A₀层的重量，抽取各层枯落物样品供室内分析计算。野外调查工作1988年开始，1990年完成，共设置标准地64块。

2.2 室内分析与计算

2.2.1 枯落物现存量 求各标地10个样方枯落物层(A₀₀ + A₀)平均湿重，计算每公顷现存量^[1]。

枯落物的现存量(t/hm²) = 平均湿重(g) × 水分换算系数 × 10⁻¹。

2.2.2 灰分及营养元素含量 按照国家标准^[6]进行样品制备和分析；粗灰分测定用干灰法；全N用凯氏法；全P、全K、全Na、全Ca、全Mg、全Fe用消煮法(湿灰化法)；全P用钼锑抗比色法；全K、全Na用火焰光度法；全Ca、全Mg用EDTA络合滴定法；全Fe用邻菲罗林比色法。

2.2.3 枯落物最大持水量 将枯落物样品装入18 cm × 18 cm 塑料窗纱袋内，浸水12 h左

右，取出滤干(到没有水滴滴出为止)称量。

3 结果与分析

3.1 枯落物现存量

3.1.1 不同森林群落枯落物层的现存量 山海关林场大多为天然林，少部分为人工林。油松纯林为全封天然次生林，林龄30~40 a，密度为1 230~2 775株/hm²，各林分平均高10.2~13.4 m，平均胸径11.2~16.2 cm，郁闭度0.7~1.0。侧柏人工林，林龄22 a，密度为3 030~5 475株/hm²，各林分平均高3.0~3.8 m，平均胸径3.5~3.9 cm，郁闭度0.5~0.6。松栎混交林林龄25~35 a，密度1 800~3 630株/hm²，各林分平均高6.5~9.7 m，平均胸径6.5~9.7 cm，郁闭度0.8~0.9。栎林有槲树、蒙古栎和麻栎的纯林，也有多种栎树的混交林，林龄30~40 a，密度1 620~1 845株/hm²，各林分平均高5.6~10.2 m，平均胸径8.3~17.4 cm，郁闭度0.7~0.9。椴树混交林林龄30~40 a，密度1 755~2 775株/hm²，各林分平均高9.4~10.7 m，平均胸径11.3~13.6 cm，郁闭度0.6~0.9。山杨混交林林龄25~30 a，密度1 755~1 935株/hm²，各林分平均高15.5~19.8 m，平均胸径14.0~23.0 cm，郁闭度0.8~0.9。各类森林群落的枯落物，平均每公顷现存量见图1。

3.1.2 油松林及松栎混交林中枯落物现存量的变化 油松林枯落物层受人干扰极少，枯落物现存量与林分平均高存在正相关关系(表1)，林分生长量大，枯落物也多。

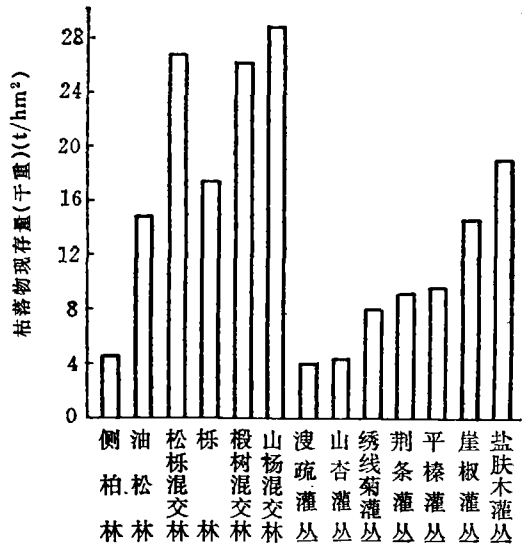


图1 森林及灌丛枯落物现存量

表1 油松林枯落物现存量(干重)

地点	样地数 (块)	林分调查因子					枯落物 现存量 (t/h ² m)	
		林木组成	\bar{D} (cm)	\bar{H} (m)	林分密度 (株/hm ²)	林龄(a)		郁闭度
山海关 林场	2	10松	6.1~6.9	2.5~3.8	2 145~4 050	10~20	0.4~0.6	3.74
	6	10松	9.6~13.4	7.2~9.3	1 395~2 190	30~40	0.5~0.9	8.19
	6	10松	11.2~16.2	10.2~13.0	1 230~2 775	30~40	0.7~1.0	14.63

松栎混交林中枯落物的现存量因立地条件、林分组成、林龄的不同而变化，每公顷7.5~44.49 t。但总的表现比油松纯林高(表2)。这是由于松栎混交林生长的立地条件一般较好的缘故。

3.1.3 不同灌木群落枯落物层的现存量 山海关林场长期封山，一些裸露岩石地段，已长出各种灌木群落。洩疏灌丛分布在阳坡岩石裸露地段，常与三裂绣线菊等混生，平均高0.5~0.8 m，总盖度达70%~100%。山杏灌丛多分布在阳坡岩石裸露地段，为薄层—中层土，其它种类有荆条、花木蓝、三裂绣线菊、小叶鼠李(*Rhamnus parvifolia* Bge.)等；由于禁止

表2 松栎混交林枯落物现存量(干重)

立地条件		林分调查因子						枯落物
坡向	土层厚度 (cm)	林木组成	\bar{D} (cm)	\bar{H} (m)	郁闭度	林龄 (a)	每公顷 株数	现存量 (t/hm ²)
东南	35	7 栎 3 松	—	—	0.8	栎5~36 松10~35	1800	7.50
西南	28	7 松 3 栓+栎、鹅耳枥	7.9	松9.7 栓8.6	0.9	30~40	3630	28.12
东南	58	9 松 1 栎	13.0	7.9	1.0	40~50	2505	42.09
东北	100	6 松 4 栎+白蜡	松13.1 栎7.1	8.3 6.5	0.9	40~50	2820	44.49

割山杏, 所以山杏的年龄一般较大, 树高达2.0 m, 而其它灌木经常被割取, 平均高仅0.4~0.6 m, 总盖度达80%。绣线菊灌丛分布在各种坡向的岩石裸露地段, 土壤厚度为薄层或中层; 组成种类有三裂绣线菊、荆条、多花胡枝子、花木蓝、溲疏、平榛、鹅耳枥(灌木状)等; 平均高0.6~1.0 m, 总盖度90%~100%。荆条灌丛分布在各种坡向岩石裸露地段, 为薄层到中层土; 该灌丛种类较少, 仅有荆条、花木蓝、多花胡枝子等; 平均高0.6~1.0 m, 盖度为60%~80%。平榛灌丛分布在各种坡向的坡下部, 为中到厚层土; 组成种类有平榛、锦带花、多花胡枝子、盐肤木、南蛇藤、大花溲疏等; 平均高0.8~1.6 m, 盖度达90%~100%。崖椒灌丛多分布在阳坡下部, 平缓沟谷地段, 为中到厚层土; 组成种类有崖椒 (*Zanthoxylum schinifolium* Sieb. et Zucc.)、多花胡枝子、酸枣、荆条、三裂绣线菊、鼠李、欧李、盐肤木 (*Rhus chinensis* Mill.)等; 由于人为保护, 崖椒高度达2.0~3.5 m, 总盖度90%~100%。盐肤木灌丛分布在阳坡的坡麓和平缓沟谷中, 为中到厚层土; 组成种类有盐肤木、平榛、白檀 (*Symplocos paniculata* (Thunb.) Miq.)、山楂叶悬钩子 (*Rubus crataegifolius* Bunge)、多花

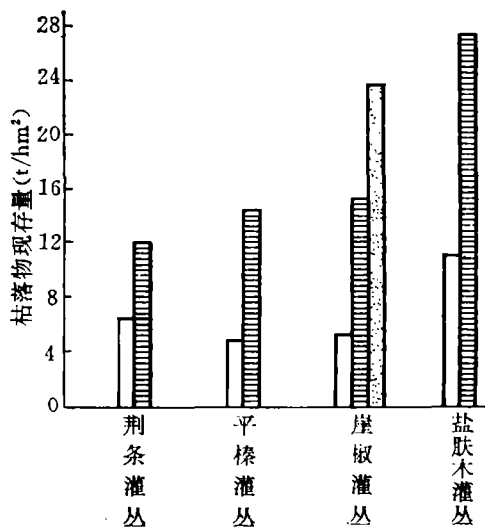


图2 不同立地条件对灌丛枯落物现存量(干重)的影响

□ 坡地; ▨ 谷地; ▩ 河漫滩

胡枝子、华北绣线菊、山杏、卫矛 (*Euonymus alatus* (Thunb.) Sieb.)、雀儿舌头 (*Leptopus chinensis* (Bge.) Pojark.)、南蛇藤、孩儿拳 (*Grewia biloba* Don var. *parviflora* Hand.)、锦鸡儿、酸枣、蝙蝠葛 (*Menispermum dauricum* Dc.)等; 平均高2.0~4.0 m, 总盖度90%~100%。灌木群落枯落物层厚度一般为3~10 cm。现存量见图2。

同一优势种的灌木群落, 因生长的立地条件不同, 其枯落物现存量差别很大。荆条灌丛枯落物, 谷地为东南坡地的1.91倍; 平榛灌丛枯落物, 缓坡谷地为西南陡坡的3.04倍; 崖椒灌丛, 谷地和河漫滩分别为坡地的2.9倍和4.57倍(图2)。

3.2 枯落物中营养元素贮量

3.2.1 枯落物中灰分及营养元素含量百分

率 不同森林群落枯落物中灰分的含量各异, 椴树混交林>侧柏林>栎林>松栎林>山杨混交林>油松林, 高者达20.6%, 低者为7.3%(表3)。灌木群落枯落物中灰分含量高于森林群落。不同类型之间也存在差别, 荆条灌丛>平榛灌丛>崖椒灌丛>盐肤木灌丛。含量高者达36.7%, 低者为12.85%。

表3 森林群落及灌木群落枯落物灰分及营养元素含量 (单位: %)

群落类型	灰分	N	P	K	Na	Ca	Mg	Fe
油松林	7.30	0.697	0.048	0.261	0.158	0.816	0.355	0.207
侧柏林	18.35	0.690	0.043	0.345	0.187	1.891	0.420	0.469
松栎林	13.49	1.094	0.055	0.402	0.226	1.254	0.522	0.359
栎林	18.16	1.418	0.053	0.412	0.165	1.720	0.462	0.395
椴树混交林	20.60	1.718	0.065	0.225	0.163	2.999	0.377	0.363
山杨混交林	11.76	1.830	0.077	0.439	0.266	1.642	0.448	0.584
盐肤木灌丛	12.85	1.264	0.053	0.316	0.146	1.994	0.402	0.290
崖椒灌丛	21.65	1.183	0.056	0.550	0.151	1.669	0.347	0.405
平榛灌丛	22.59	1.286	0.060	0.449	0.200	2.163	0.370	0.408
荆条灌丛	36.71	1.037	0.053	0.575	0.175	0.964	0.389	0.403

比较不同群落枯落物营养元素含量: N含量, 针叶林较低, 灌木群落次之, 落叶阔叶林最高; P含量, 针叶林较低, 落叶阔叶林与灌木群落相近; K含量, 针叶林较低, 落叶阔叶林次之, 但椴树混交林例外, 灌木群落最高; Ca含量, 油松林和荆条灌丛较低, 椴树混交林较高。

3.2.2 森林枯落物中灰分及营养元素贮量 森林枯落物中灰分的贮量, 椴树混交林>松栎林、栎林及山杨混交林>油松林和侧柏林。N贮量: 山杨混交林>椴树混交林>松栎林>栎林>油松林>侧柏林。P是: 山杨混交林>椴树混交林>松栎林>栎林>油松林>侧柏林。K是: 山杨混交林>松栎林>椴树混交林>油松林>侧柏林。Ca是: 椴树混交林>山杨混交林>松栎林>栎林>油松林>侧柏林(表4)。

表4 森林与灌丛枯落物中灰分及营养元素贮量 (单位: kg/hm²)

种类	群落类型	灰分	N	P	K	Na	Ca	Mg	Fe
森林枯落物	油松林	1067.6	102.0	7.0	38.2	23.1	119.4	51.9	43.5
	侧柏林	798.2	30.0	1.9	15.0	8.1	82.3	18.3	20.4
	松栎林	3601.3	292.1	14.7	107.3	60.3	334.8	139.4	95.9
	栎林	3223.4	251.7	9.4	71.4	29.3	305.3	82.0	70.1
	椴树混交林	5347.8	446.0	16.9	58.4	42.3	778.5	97.9	94.2
	山杨混交林	3371.9	524.7	22.1	125.9	72.3	470.8	128.4	167.4
灌丛枯落物	盐肤木灌丛	2433.8	239.4	10.0	59.9	27.6	377.7	76.1	54.9
	崖椒灌丛	3154.6	172.5	7.8	66.4	22.0	243.2	50.6	59.0
	平榛灌丛	2173.5	123.7	5.8	43.2	19.2	208.1	45.2	39.3
	荆条灌丛	3332.8	94.2	4.8	52.2	15.9	87.5	35.3	36.6

总体来看, 森林枯落物中营养元素贮量是针叶林少, 特别是侧柏林贮量最低, 山杨混交林和椴树混交林高, 松栎林和栎林居中。

3.2.3 灌木群落枯落物中灰分及营养元素贮量 灌木群落枯落物中的灰分贮量, 荆条及崖椒

灌丛>盐肤木及平榛灌丛。N的贮量：盐肤木灌丛>崖椒灌丛>平榛灌丛>荆条灌丛。P是：盐肤木灌丛>崖椒灌丛>平榛灌丛>荆条灌丛。K是：盐肤木灌丛>崖椒灌丛>荆条灌丛>平榛灌丛。Ca是：盐肤木灌丛>崖椒灌丛>平榛灌丛>荆条灌丛(表4)。

3.3 枯落物层最大贮水量

因森林树种组成不同，枯落物现存量不同，枯落物层最大贮水量亦不同(图3)。椴树混交林、松栎林贮水量最高，其次是山杨混交林和栎林，再次为油松林，侧柏林贮水量最低。山

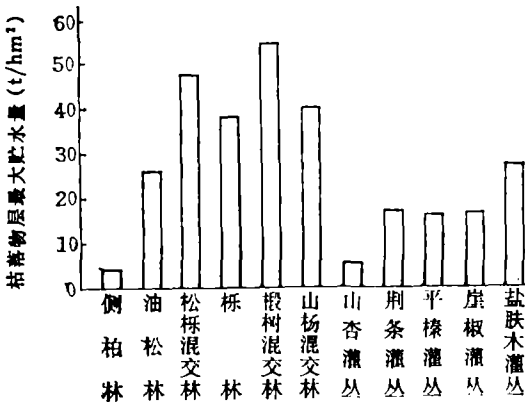


图3 森林和灌丛枯落物层最大贮水量

海关林场森林枯落物最大贮水量平均为41.2 t/hm²。灌木群落枯落物最大贮水量以盐肤木灌丛最高，其次为崖椒灌丛、平榛灌丛和荆条灌丛，山杏灌丛最低。灌木群落枯落物层最大贮水量平均为16.2 t/hm²。森林群落枯落物层最大贮水量为灌木群落的2.55倍。

最大贮水量与枯落物现存量的比值为：油松林1.78，侧柏林0.89，松栎林1.78，栎林2.13，椴树林2.08，山杨林1.42。灌木群落中，盐肤木1.42，崖椒1.12，平榛1.66，荆条1.86，绣线菊3.22，山杏1.12。

3.4 人为干扰对森林和灌丛枯落物的影响

乱砍滥伐、长期放牧、接取枯落物及过度修枝等人为干扰，导致森林枯落物量的减少。从图4可知，绝对封山(全封)40a的油松林枯落物现存量为42.1 t/hm²。近期封山(5a)的油松林枯落物量为不封山的5倍；蒙古栎林为50倍；山杏灌丛为4.5倍。

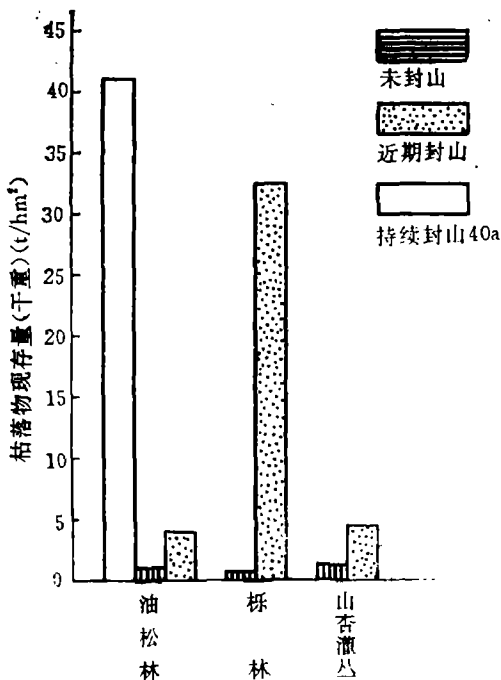


图4 人为干扰对枯落物现存量的影响

4 结论与讨论

(1) 燕山东段森林群落中枯落物的现存量平均为4.35~28.67 t/hm²，以山杨混交林、松栎混交林和椴树混交林最高，栎林和油松纯林次之，侧柏林最低。油松林枯落物量与林分平均高成正相关，林分平均高主要决定于林龄和立地条件。在一定范围内，林分越高，枯落物量越多。

(2) 封山的灌木群落枯落物现存量平均为4.15~18.94 t/hm²。以盐肤木和崖椒灌丛枯落物量最高，绣线菊、荆条和平榛灌丛次之，山杏和溲疏灌丛最低。

(3) 灌木群落枯落物的灰分含量普遍高于森林群落，灰分为7.3%~36.71%。森林群落以

椴树混交林和山杨混交林灰分及营养元素贮量最高, 松栎林及栎林次之, 再次为油松林, 侧柏林最少。各森林群落和灌木群落灰分和N的贮量均以阔叶林最高, 灌木群落次之, 针叶纯林最低。人类对森林和灌丛的严重干扰, 几乎使枯落物损失殆尽, 致使土壤得不到营养元素的补充。

(4) 森林和灌丛枯落物层可以贮存大量水分, 从 3.84 t/hm^2 到 54.0 t/hm^2 不等。贮水能力以椴树混交林、松栎林最高, 山杨混交林和栎林次之, 再次为油松林, 侧柏林最低。灌丛枯落物贮水量普遍低于森林群落, 为 4.77 t/hm^2 到 26.89 t/hm^2 不等。森林群落枯落物层最大贮水量平均为 41.22 t/hm^2 , 灌木群落为 16.17 t/hm^2 , 森林为灌丛的2.55倍。枯落物层使森林起到水源涵养和水土保持作用。

参 考 文 献

- 1 张万儒, 许本彤. 森林土壤定位研究方法. 北京: 中国林业出版社, 1986.
- 2 徐跃. 枯枝落叶在森林生态系中的作用. 林业科技通讯, 1988, (12):23.
- 3 周重光, 柴锡周, 沈辛作, 等. 天目山森林土壤的水文生态效应. 林业科学研究, 1990, 3(3):215~221.
- 4 蒋有绪. 川西亚高山冷杉枯枝落叶层的群落学作用. 植物生态学与地植物学丛刊, 1981, 5(2):89~98.
- 5 王凤友. 森林凋落物量研究综述. 生态学进展, 1989, 6(2):82~89.
- 6 中华人民共和国国家标准局. 森林土壤分析方法(第八分册)(森林植物与森林枯枝落叶层分析) GB 7884—7891—87. 北京: 中国标准出版社, 1988.

Studies on the Litters in the Forest and Shrub Communities in the Eastern Yanshan Mountains

Zheng Junbao Wang Deyi Guo Quanshui Li Zhizeng
Du Canzhang Liu Zhixin

Abstract The average amount of the present remaining litter in the forest community of the Eastern Yanshan Mountain is $4.35\sim 28.67 \text{ t/ha}$, with the greatest amount in the mixed forests of aspen (*Populus davidiana* Dode) with other broadleaf trees, the mixed forests of Chinese pine (*Pinus tabulaeformis* Carr.) with oak, and the mixed forests of linden with other broadleaf trees; with the greater amount in the oak (*Quercus variabilis* Bl., *Q. liaotungensis* Koidz., *Q. dentata* Thunb.) and Chinese arborvitae (*Platycladus orientalis* (L.) Endl.) forests. The average amount of the present remaining litters in the shrub community is $4.15\sim 18.94 \text{ t/ha}$, smaller than that in the forest community. The amount of the present remaining litters in the forests is determined by the composition of tree species, age of the forests, site condition and human interferences. Human interferences have brought about almost a complete loss of the litters. The total amount of the nutrient elements in the forest litters is $0.176\sim 1.534 \text{ t/ha}$, and the maximum water content in the forest litter is $3.9\sim 54.0 \text{ t/ha}$, averaging 41.2 t/ha . The total amount of the nutrient elements in the shrub litter is $0.327\sim 0.846 \text{ t/ha}$, and the maximum water content in the shrub litter is $4.8\sim 26.9 \text{ t/ha}$, averaging 16.2 t/ha .

Key words The Eastern Yanshan mountains, remaining litters, nutrient elements, maximum water content

Zheng Junbao, Professor, Wang Deyi, Guo Quanshui, Li Zhizeng (Hebei Forestry College, Baoding, Hebei 071000); Du Canzhang, Liu Zhixin (The Forest Bureau of Qinhuangdao City, Hebei Province).