

ヘリコプター集材作業の時間分析

— 愛知県鳳来町の民有林における事例 —

森岡 昇・北川勝弘[※]・近藤 稔[※]・中山 学^{※※}

Time study of helicopter logging in private forests in Horai-cho, Aichi Prefecture

Noboru MORIOKA[※], Katsuhiko KITAGAWA[※], Minoru KONDO[※] and
Manabu NAKAYAMA^{※※}

本報告は、愛知県南設楽郡鳳来町の民有林で1985年12月に実施されたヘリコプター集材作業の時間分析結果を取りまとめたものである。今回のヘリコプター集材の特色は、①比較的材積の少ない集材地区をいくつかまとめて作業の対象としたこと、②スギ、ヒノキの小径間伐材の集材から、天然のアカマツ、モミ等の択伐大径材の集材まで、さまざまな条件の作業が含まれていたこと、③平地に乏しいため、小面積の土場やヘリポートを分散して作設せざるをえなかったこと、等である。使用したヘリコプターはベル204B-II（積載量1.0~1.3ton）で、7箇所の集材地から8日間で388m³、467tの材を搬出した。

本報では、そのうち岩井沢、名越、上貝津の3地区の集材作業について、①上山飛行（空荷）、②フック降下、③荷掛けと吊り上げ、④下山飛行（積み荷）、⑤荷卸し、⑥スリング積み、⑦スリングはずし、⑧荷掛けのやり直し、の8つの要素作業に分解して、現場での目視により、サイクルごとにそれぞれの所要時間を秒単位で観測、計時した。3地区の作業を比較対照した結果が表-4および図-8である。

この集計結果から、通常のサイクルタイムが極めて安定していることがわかる。これは、地表の障害物に影響されることのないヘリコプターの特性によるものである。ヘリコプターによる間伐材や択伐材の搬出については、皆伐作業の場合に比べれば、集材作業の準備段階や作業実行時において多少の技術的な難しさを伴うが、その程度は架線集材など従来の方法に比べれば格段に低いものである。したがって、ヘリコプター集材は間伐材の搬出に適した方法であるといえる。

民有林にヘリコプター集材を導入するには、個々の林地面積が小さいことや、出材材積が少ないことその他、里山に位置することに由来するいくつかの技術的な問題点があるため、山林所有者間の有機的かつ緊密な協同作業の実施が必須であるから、地域林業の中核として森林組合の果たす役割が重要である。

This report deals with the time study of the helicopter logging for thinning and selective cutting executed in December, 1985 in private forests in Horai-cho, Aichi Prefecture. A helicopter, type of Bell 204B-II, extracted 388m³ (467t) of timbers from seven logging sites. We observed and analyzed the yarding operations of three logging sites among them. Results of the time study were arranged in table 4 and figure 8.

[※] 名古屋大学農学部 School of Agriculture, Nagoya University, Chikusa-ku, Nagoya 464

^{※※} 愛知県林業センター Forestry Center of Aichi Prefecture, Horai-cho, Aichi-ken

The characteristics of the helicopter logging in Horai-cho were; 1) Timber extraction from several yarding areas, 2) Yarding of both small thinned logs and large tree-length logs, 3) Small landings and small heliports built in several separate places because of steep terrain conditions. The helicopter logging is usually performed independently of ground conditions and, therefore, is one of the most stable operations in all logging methods. This was ascertained by the small value of the standard deviation of observed cycle times.

Even in thinning or selective cutting operation, the yarding performance of helicopter keeps a rather high level despite of a little delay for some difficulties in hooking-up at yarding area. The helicopter logging is considered more suitable to thinning and selective cutting operations than other conventional methods, such as cable logging and tractor logging.

For successful introduction of helicopter logging into private forests, the followings should be considered carefully; 1) Co-operations of forest owners in the region, 2) Careful planning and preparations at yarding area and landing, 3) Harvesting sufficient timber volume to reduce logging cost.

キーワード：ヘリコプター集材作業，時間分析，民有林，間伐材集材

1. まえがき

わが国のヘリコプター集材は、従来、主として地形や地利の悪い森林から貴重材を搬出する場合など、やや特殊な条件下で実行されてきた。しかしながら、山林労働者の不足や高齢化に伴って木材搬出作業に対する熟練度の低下が憂慮される今日、架線集材のような複雑さと面倒さのない単純明瞭な作業であって、しかも高能率を上げうるヘリコプター集材は、さらに広く一般の森林にもその適用範囲を拡大することが期待されるのである。

さて、1985年12月、愛知県南設楽郡鳳来町およびその隣接地区の民有林において、鳳来町林業経営者協会が事業主体となってヘリコプターによる木材搬出事業（集材）が実施された。この事業は、一般民有林へのヘリコプター集材の適用の可能性を探る一つの試みであり、愛知県および鳳来町から補助金を受けて実施されたことにみられるように、その意義はすこぶる大きいと考えられる。現在、事業全体についての結果の取りまとめが別途、進められているが、ここでは、合計7地区で実施された集材作業のうち、岩井沢、名越、上貝津の3地区における集材作業に対し、作業時間面を中心として詳しく調査した結果を報告する。

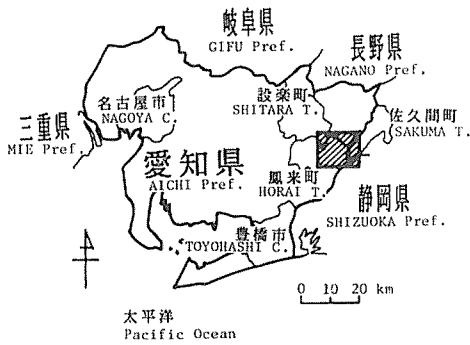
2. 作業地および集材作業の概要

ヘリコプター集材が行われた鳳来町は、愛知県

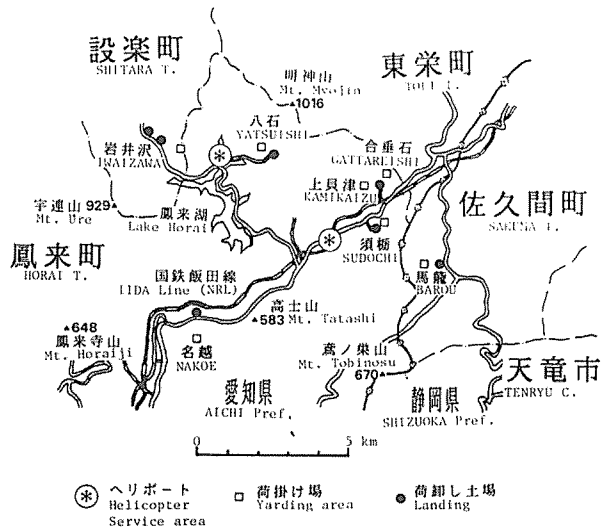
の東部にあり、豊橋から国鉄飯田線に沿って30kmほど東北に位置し、静岡県の佐久間町や引佐町と接している。人口は約15,800人、面積は約265km²で、森林の比率が90%を越える山村である。森林のうち民有林は97%を占め、さらに民有林の90%を私有林が占めている。また、スギ、ヒノキを中心とする人工林の割合は68%と高率である。

集材の対象地は、図-1に示すように愛知県鳳来町と一部隣接の北設楽郡設楽町、および、静岡県磐田郡佐久間町にわたる計7ヶ所である。ヘリコプターによる運搬はA航空会社が請負い、集材作業実行時の荷吊り場と荷卸し場（土場）の諸作業および集材に先立つ伐採、木寄せ、荷しぼりなどの準備作業は、主として鳳来町森林組合労務班が担当した。今回のヘリコプター集材の特色は、①比較的材積の少ない集材地区をいくつかまとめて作業の対象としたこと、②スギ、ヒノキの小径間伐材の集材から、天然のアカマツ、モミなどの択伐大径材の集材まで、さまざまな条件の作業が含まれていたこと、③平地に乏しいため、小面積の土場やヘリポートを分散して作設せざるをえなかったこと、などであり、そのため集材作業実行前の計画、調整、そして準備作業は念入りに行われた。

集材作業の実行は、1985年12月17日から24日までの8日間で、7集材地区から計388m³、467tの



四角の枠：ヘリコプター集材の対象地域
 A quadrilateral framework : The objective area of the helicopter logging



図一 ヘリコプター集材の対象地域
 Fig.1 Location of the helicopter logging areas

材を搬出した。作業時間の観測を行ったのは、このうち岩井沢 (17日), 名越 (21日), 上貝津 (23日) の3地区である。

ヘリコプターの使用機種はベル204B-IIで、その飛行諸元は積載量1,000~1,300kg (生材の積載目安: 1.2~1.5m³), 巡航速度150km/h, 上昇率毎分300m, 航続時間2.0時間となっている。

3. 集材作業の順序と観測方法

(1) 作業の順序

岩井沢, 名越, 上貝津の3地区の集材は、次のような順序で行われた。

荷卸し場 (土場) を飛び立ったヘリコプターは、すでに荷しばりを済ませた材が散在する荷吊り場の上空まで飛行する。ここで荷掛け作業員の指示 (トランシーバーと旗竿を使用) に従って徐々に高度を下げ、約20mの長さのワイヤーロープの先に取り付けてある荷掛けフックを地上に下ろす。荷掛け作業員がフックを材のスリングに掛けた後、安全な場所に待避するまで空中停止し、その後、材を隣接木の樹冠から十分離れるまで高く吊り上げる。このあと、ヘリコプターは荷卸し場へと直行する。荷卸し場に材を横たえ、また必要が

あれば材の向きを直した後、フックを自動的に解除して材をはずし、直ちに次の荷吊り場へ向かう。

以上が通常の作業サイクルであるが、数回ないしは十数回に一度くらいの割合で、荷卸し場にたまったスリングを荷吊り場へ返送するサイクルがあった。この場合は、荷卸し場でスリングの束をフックに積みつけたり、荷吊り場でスリングをはずしたりする作業が加わることになる。また、出現回数は少ないが、材が重過ぎたり、フックがスリングからはずれたりして、荷掛けをやり直したサイクルもあった。

(2) 観測の方法

上記のように行われた集材作業を、次の①から⑧までの各要素作業に分解して、サイクルごとにそれぞれの所要時間を秒単位で観測、計時した。観測は現場で目視によるのを原則としたが、一部、ビデオテープによったものもある。サイクルの始点はヘリコプターが荷卸し場を飛び立つ瞬間におき、材を運んで帰来したヘリコプターが荷を下ろしたあと (場合によってはスリングを積んだあと)、次の荷吊り場へと再度、飛立つまでを1サイクルとした。

① 上山飛行 (空荷)

- ②フック降下
- ③荷掛けと吊り上げ (③-1 : 荷掛け, ③-2 : 吊り上げ)
- ④下山飛行 (積み荷)
- ⑤荷卸し
- ⑥スリング積み (荷卸し場での作業)
- ⑦スリングはずし (荷吊り場での作業)
- ⑧荷掛けのやり直し

荷吊り場の近くで観測を行えた名越の場合については、③の「荷掛けと吊り上げ」をさらに③-1「荷掛け」と③-2「吊り上げ」の2つに分けることができた。他の2地区では観測場所から遠く離れていたため、この2つの区別はできなかった。

(3) 作業時間の集計

集計にあたって、まず秒単位で測定した作業時間を(0.01分を基準とする)分単位に換算した。以後、時間はすべて「分」で表示することとする。作業時間は各集材サイクルごとにサイクルタイムとその要素作業別内訳を示した。なお、積み荷の本数は愛知県新城事務所林務課が荷卸し場で確認



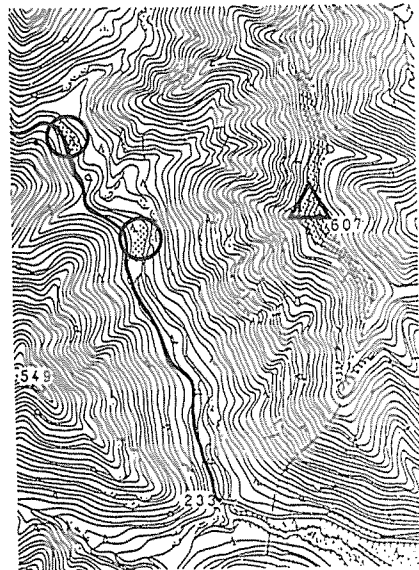
写真-1 荷卸し場に搬出された材 (岩井沢)
Photo. 1 Transported logs on the landing
(at IWAIZAWA)

した数字、また、重量はA航空会社がヘリコプター付属の重量計で集材作業中に計測した値である。

4. 観測結果

(1) 岩井沢の集材

標高約540mの険しい尾根上にある荷吊り場から、択伐したスギ、ヒノキの材を約300m下方の荷卸し土場へ搬出する作業であった。土場は約500m離れて2箇所、いずれも川沿いに走る林道脇に設けられており、一方へ荷卸ししている間に他方に集積された材を整理し、運び出す手順になっていた。なお、観測時にはすべて上流の土場の方へ荷卸しされていた。



Triangle : Yarding area
Circle : Landing

図-2 荷吊り場と荷卸し場の位置 (岩井沢)
Fig. 2 Yarding area and landing (at IWAIZAWA)

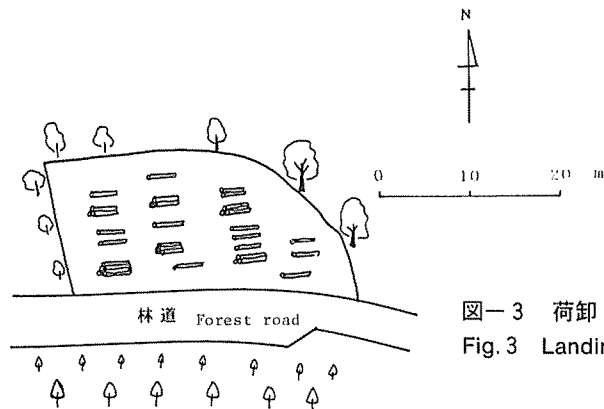


図-3 荷卸し場 (岩井沢)
Fig. 3 Landing (at IWAIZAWA)

表-1 岩井沢の集材

Table 1. Observed yarding cycles at IWAIZAWA

集材地区：岩井沢，O氏山林

Logging site：IWAIZAWA

観測年月日，時刻：1985年12月17日（火）13時46分から15時47分まで

（ただし，ヘリコプター燃料補給のため途中10分間ほど中断）

Date of observation：Dec. 17, 1985

天候：晴時々雪

Weather condition：Fine but occasionally snow

荷吊り場：尾根筋，平均傾斜37°，平均標高540m

Elevation of yarding area：av. 540m

荷卸し場：沢沿いの林道脇の土場，標高260m

Elevation of landing：260m

荷吊り場と荷卸し場の間の水平距離：800m

Horizontal distance between yarding area and landing：800m

搬出材：スギ，ヒノキの長材

Timbers yarded：Long woods of SUGI (*Cryptomeria japonica*) and HINOKI (*Chamaecyparis obtusa*)

ヘリコプター集材の要素作業：Elements of Helicopter Yarding Operation

- ①上山飛行：Haulback flight
- ②フック降下：Choker lowering
- ③荷掛けと吊り上げ：Hookup
 - ③-1 荷掛け：Choker setting
 - ③-2 吊り上げ：Choker lifting
- ④下山飛行：Yarding flight
- ⑤荷卸し：Release
- ⑥スリング積み：Sling-pick up at landing
- ⑦スリング外し：Sling-release at yarding area
- ⑧荷掛けやり直し：Delay for re-hooking

ただし，岩井沢地区の観測では③の細分，および⑥から⑧までの要素作業の区分は行わなかった。

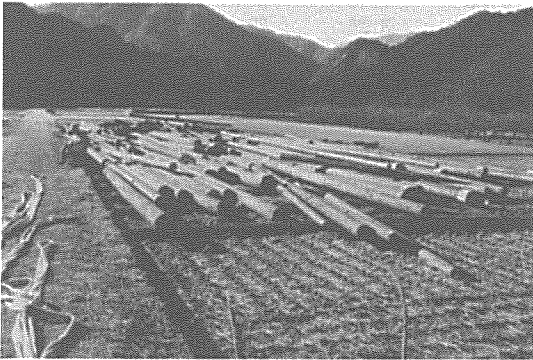
サイクル 番号 No. of yarding cycle	作業時間(分) Operating Time (min)					積み荷: Turn		
	要素作業 Elements of Operation					サイクルタイム Cycle time	本数 Number of logs	重量 Weight (kg)
	①	②	③	④	⑤			
1	/		0.15*	1.58	0.20	1.93	3	750
2	0.97		1.63*	1.35	0.08	4.03	2	500
3	1.23		0.67*	1.28	0.08	3.26	2	500
4	1.12	0.27	0.70	1.23	0.73	4.05	2	500
5	1.08	0.30	0.95	1.28	0.17	3.78	2	500
6	1.13	0.28	0.62	1.30	0.12	3.45	3	500
7	1.10	0.12	1.00	1.53	0.13	3.88	4	750
8	1.13	0.20	0.82	1.30	0.15	3.60	2	300
9	1.20	0.48	0.52	1.72	0.12	4.04	2	400
10	1.12	0.38	0.62	1.45	0.15	3.72	2	400
11	1.15	0.35	0.48	1.88	1.00**	4.86	1	1,100
12	1.23	0.33	0.63	1.53	0.17	3.89	2	500
13	1.05	0.18	0.57	1.25	0.30	3.35	2	300
14	1.12	0.25	0.80	1.33	0.47	3.97	2	350
15	1.10	0.30	0.50	1.67	0.23	3.80	2	950
16	1.35	0.22	0.37	1.50	0.20	3.64	3	600
17	1.13	0.25	0.42	1.38	0.10	3.28	2	300
18	1.03	0.22	0.50	1.37	0.13	3.25	1	400
19	1.05	0.35	0.55	1.52	0.13	3.60	3	600
20	/	0.30	0.37	1.32	0.23	2.22	1	400
21	1.08	0.28	0.75	1.45	0.17	3.73	3	550
22	1.05	0.28	0.42	1.60	0.18	3.53	3	1,350
23	0.97	0.42	0.43	1.57	0.07	3.46	4	950
24	1.13	0.32	0.60	1.52	0.60**	4.17	3	500
25	1.23	0.33	0.32	1.47	0.08	3.43	2	550
26	0.97	0.28	0.35	1.52	0.17	3.29	2	600
27	0.98	0.40	0.33	1.43	0.12	3.26	3	500
28	1.20	0.30	0.57	1.47	0.22	3.76	5	900
29	1.25	0.38	0.40	1.42	1.55**	5.00	1	500
30	1.18	0.32	0.80	1.53	0.18	4.01	3	500
合計 Total	31.33	8.09	15.39	43.75	8.23	109.24	72	17,500

* : サイクル1-3は②フック降下と③荷掛けと吊り下げの両要素作業を区別せずに、その合計時間を測定している。
 ** : No. 11, 24, 29の各サイクルの⑤荷卸しの時間には、⑥の返送スリングを積みつける時間も含まれている。

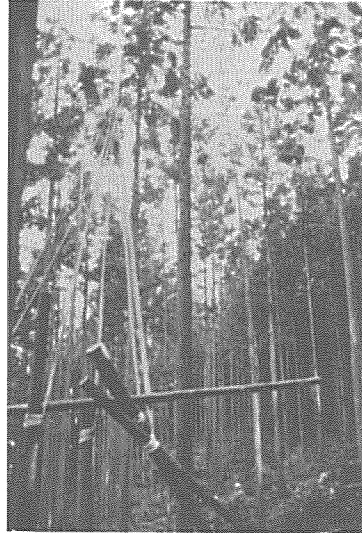
(2) 名越の集材

小さな谷に散在するスギの間伐材を、小尾根を越えた向こう側の、冬期休耕中の水田上に集材した。この地区は搬送距離が短く、かつ国道沿いの地利の良い場所ではあるが、途中に小尾根があること、間伐材の搬出であること、磨き丸太など注

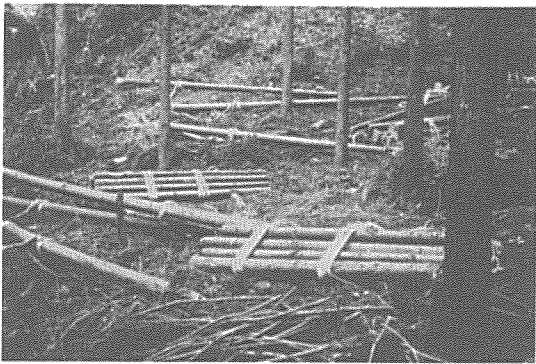
意深い取り扱いの必要な材が多いことなどから架線集材が困難であるため、ヘリコプター集材が選ばれたのである。なお、この現場では材に傷をつけないために、普通のワイヤーロープのスリングに代えて、幅の広いナイロン布製のスリングを使用した。



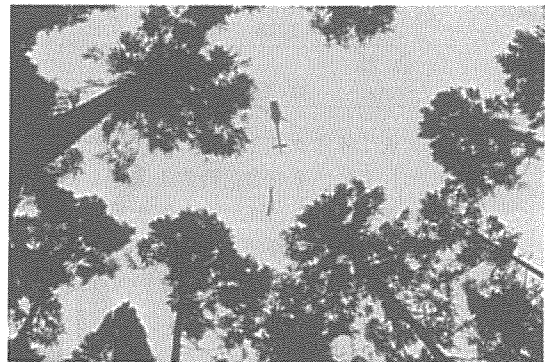
写真一 2 休耕中の水田を利用した荷卸し場 (名越)
Photo. 2 The temporary landing on resting rice fields (at NAKOE)



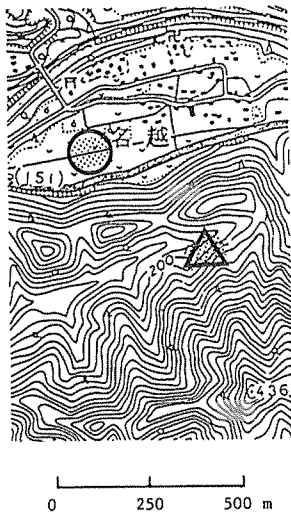
写真一 4 林間の材の吊り上げ (名越)
Photo. 4 Thinned logs being lifted up through reserved trees (at NAKOE)



写真一 3 荷吊り場ですでに荷しばりを済ませた材、幅の広い布製スリングを使用 (名越)
Photo. 3 Logs pre-bundled up with wide nylon slings to avoid injuries under transportation (at NAKOE)

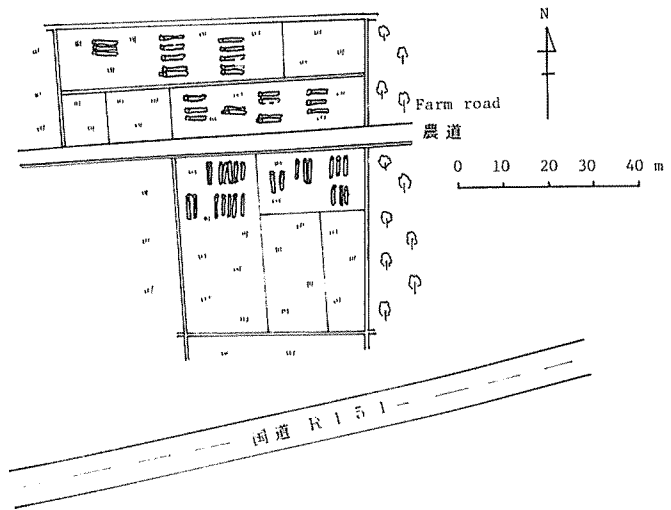


写真一 5 吊り上げの完了 (名越)
Photo. 5 Logs lifted up completely above residual treetops (at NAKOE)



Triangle : Yarding area
Circle : Landing

図一4 荷吊り場と荷卸し場の位置 (名越)
Fig. 4 Yarding area and landing (at NAKOE)



図一5 荷卸し場 (名越)
Fig. 5 Landing (at NAKOE)

表一2 名越の集材

Table 2. Observed yarding cycles at NAKOE

集材地区：名越，O氏山林

Logging site：NAKOE

観測年月日，時刻：1985年12月21日（土）9時35分から11時57分まで（途中，燃料補給のため13分間中断），および，13時02分から13時43分まで

Date of observation：Dec. 21, 1985

天候：快晴

Weather condition：Fine

荷吊り場：標高約210mの小尾根の向こう側の谷で平均傾斜28°，その場所の標高200m

Elevation of yarding area：av. 200m

荷卸し場：冬期休耕中の水田を利用，標高140m

Elevation of landing：140m

荷吊り場と荷卸し場の水平距離：140m

Horizontal distance between yarding area and landing：140m

搬出材：スギの間伐材

Timbers yarded：Thinned logs of SUGI (*Cryptomeria japonica*)

要素作業の内容：表一1に同じ

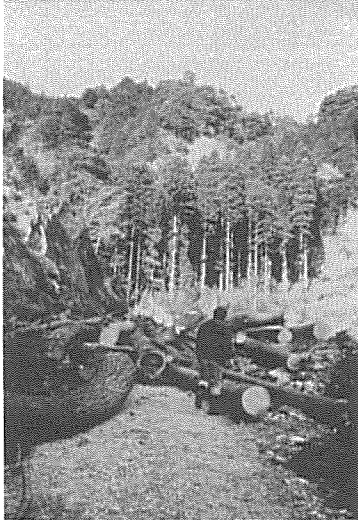
Elements of Operating Time：The same to Table 1.

サイクル 番号 No. of yarding cycle	作業時間(分) Operating Time (min)											積み荷: Turn		
	要素作業 Elements of Operation											サイクルタイム Cycle time	本数 Number of logs	重量 Weight (kg)
	①	②	③	(③-1)	③-2)	④	⑤	⑥	⑦	⑧				
1	/	0.32	0.38	(0.15	0.23)	1.08	0.37	0.52				2.67	3	850
2	1.02*	0.43	0.88	(0.30	0.58)	0.65	0.23					3.22	8	1,200
3	0.78	1.22	0.71	(0.18	0.53)	0.85	0.37					3.93	3	1,000
4	0.38	1.45	0.68	(0.28	0.40)	0.88	0.78					4.17	11	1,150
5	0.78	0.73	0.80	(0.38	0.42)	0.77	0.17					3.25	2	650
6	1.27	1.28	0.58	(0.15	0.43)	0.87	0.97	0.37				5.33	14	1,350
7	0.92	0.45	0.60	(0.10	0.50)	0.87	0.33		1.00			4.17	9	1,050
8	0.80	0.82	0.67	(0.15	0.52)	0.83	0.20					3.32	2	500
9	0.90	0.37	0.67	(0.20	0.47)	0.72	0.58					3.24	13	1,100
10	0.68	0.97	0.83	(0.25	0.58)	0.80	0.50					3.78	3	700
11	1.13	0.40	0.78	(0.23	0.55)	0.73	0.43					3.47	2	500
12	0.85	0.75	0.97	(0.40	0.57)	0.82	0.35					3.74	9	1,250
13	1.22	0.72	0.93	(0.35	0.58)	0.83	0.60	0.70				5.00	2	750
14	0.70	0.62	0.61	(0.18	0.43)	1.05	0.28		1.38			4.64	4	750
15	0.75	0.30	1.55	(1.25	0.30)	0.97	0.33					3.90	3	850
16	0.87	0.90	0.57	(0.22	0.35)	0.73	0.48					3.55	3	1,050
17	0.77	0.77	1.23	(0.23	1.00)	0.37	0.55					3.69	3	900
18	—	0.30	0.77	(0.30	0.47)	0.98	0.67					2.72	3	800
19	0.87	0.65	0.57	(0.27	0.30)	0.75	0.22		1.08			4.14	9	1,200
20	0.87	0.57	0.88	(0.15	0.73)	1.05	0.33					3.70	4	1,000
21	0.67	0.40	0.75	(0.52	0.23)	0.72	1.08					3.62	7	950
22	0.97	0.25	0.52	(0.12	0.40)	0.92	0.15					2.81	12	1,200
23	0.87	0.17	0.70	(0.28	0.42)	1.00	0.13					2.87	2	700
24	0.80	1.17	0.60	(0.18	0.42)	0.95	0.43					3.95	11	1,250
25	0.65	0.52	0.67	(0.17	0.50)	0.90	0.28					3.02	4	750
26	0.80	0.65	0.78	(0.08	0.70)	0.77	0.33					3.33	4	800
27	0.73	0.97	0.72	(0.17	0.55)	0.72	0.42					3.56	3	650
28	0.77	0.30	0.83	(0.18	0.65)	0.68	0.67					3.25	3	750
29	0.65	0.72	0.58	(0.18	0.40)	1.10	0.93					3.98	3	550
30	0.88	0.42	0.58	(0.15	0.43)	1.03	0.28	0.33				3.52	4	800
31	0.90	0.43	1.12	(0.15	0.97)	0.82	0.75			0.73		4.75	4	850
32	0.77	0.20	0.76	(0.18	0.58)	0.75	0.40					2.88	4	750
33	0.90	0.20	0.60	(0.20	0.40)	1.03	0.93					3.66	3	750
34	0.72	0.25	0.66	(0.18	0.48)	1.33	0.32					3.28	5	750
35	0.42	0.15	0.62	(0.15	0.47)	0.80	0.22		1.42			3.63	4	900
36	—	0.68	0.94	(0.42	0.52)	0.77	0.57					2.96	6	1,100
37	0.73	0.27	0.74	(0.12	0.62)	0.80	0.47					3.01	4	1,250
38	0.65	0.67	0.77	(0.20	0.57)	0.77	0.63					3.49	4	700
39	0.62	0.92	0.90	(0.18	0.72)	0.93	0.37					3.74	5	1,350
40	0.70	0.90	0.72	(0.17	0.55)	0.95	0.33					3.60	5	1,350
41	0.27	0.63	0.88	(0.25	0.63)	0.87	0.27					2.92	5	1,050
42	0.25	0.97	1.28	(0.75	0.53)	0.88	0.33					3.71	6	1,200
43	0.65	0.38	0.74	(0.22	0.52)	0.93	0.42					3.12	4	900
44	0.67	0.47	0.98	(0.83	0.15)	1.02	0.33			0.62		4.09	4	850
45	0.67	0.52	0.75	(0.23	0.52)	0.83	0.33					3.10	4	800
46	0.65	0.30	0.70	(0.22	0.48)	1.08	0.30					3.03	5	1,000
47	0.82	0.47	1.24	(0.47	0.77)	1.23	0.23					3.99	5	1,050
合計 Total	33.74	28.00	36.79	(12.67	24.12)	41.18	20.64	1.92	4.88	1.35		168.50	240	42,700

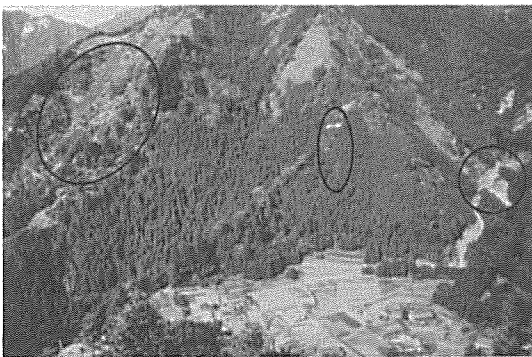
* : サイクル2の①上山飛行には、⑦スリングはずしの時間も含まれている。

(3) 上貝津の集材

山腹から尾根にかけての、やや強度に択伐した天然林が荷吊り場であった。搬出材は比較的大径のアカツツ、モミ、ヒノキなどで、1回に1本しか吊れないものが多かった。荷卸し場は、山腹を

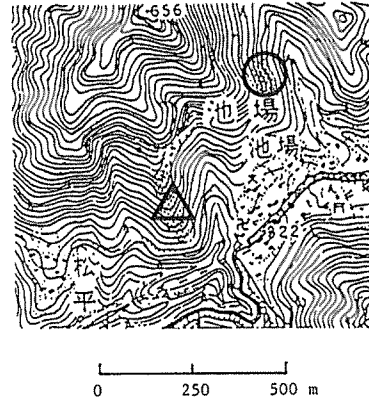


写真一六 林道を一部拡幅した荷卸し場（上貝津）
Photo. 6 The landing built on partially widened forest road (at KAMIKAIZU)



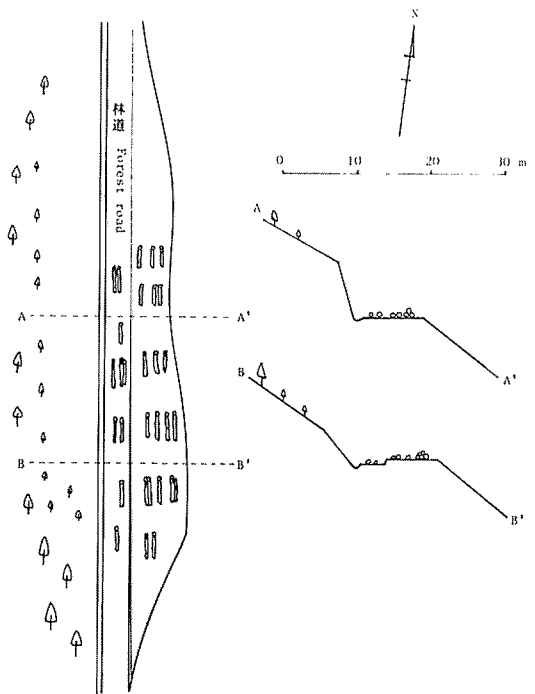
写真一七 上貝津地区の全景：荷吊り場（写真左の尾根中腹）、荷卸し場（写真右の林道中ほど）、下山飛行中のヘリコプター（中央右寄りの尾根）
Photo. 7 Wide view of KAMIKAIZU logging site : the yarding area (left mark), helicopter in yarding flight (middle mark) and the landing (right mark)

走る林道を一部拡幅して利用した。なお、荷吊り場と荷卸し場はほぼ同じ標高であった。



Triangle : Yarding area
Circle : Landing

図一六 荷吊り場と荷卸し場の位置（上貝津）
Fig. 6 Yarding area and landing (at KAMIKAIZU)



図一七 荷卸し場（上貝津）
Fig. 7 Landing (at KAMIKAIZU)

表-3 上貝津の集材
Table 3. Observed yarding cycles at KAMIKAIZU

集材地区：上貝津，K 氏山林

Logging site：KAMIKAIZU

観測年月日，時刻：1985年12月23日（月）9時00分から9時42分まで，および，10時34分
から11時47分まで。

Date of observation：Dec. 23, 1985

天候：晴

Weather condition：Fine

荷吊り場：山腹から尾根にかけて平均傾斜37°，平均標高400m

Elevation of yarding area：av. 400m

荷卸し場：林道を一部拡幅して使用，標高390m

Elevation of landing：390m

荷吊り場と荷卸し場間の水平距離：450m

Horizontal distance between yarding area and landing：450m

搬出材：アカマツ，モミ，ヒノキの長材

Timbers yarded：Long woods of AKAMATU (*Pinus densiflora*), MOMI (*Abies firma*)
and HINOKI (*Chamaecyparis obtusa*)

要素作業の内容：表-1に同じ

Elements of Operating Time：The same to Table 1.

サイクル 番号 No. of yarding cycle	作業時間(分) Operating Time (min)						積み荷: Turn		
	要素作業 Elements of Operation					サイクルタイム Cycle time	本数 Number of logs	重量 Weight (kg)	
	①	②	③	④	⑤				⑧
1	0.87	0.38	0.10	0.82	0.20		2.37	1	600
2	1.00	1.05	0.92	0.83	0.20		4.00	1	750
3	0.88	0.82	0.40	0.83	0.37		3.30	1	1,050
4	0.80	0.52	1.05	0.63	0.17		3.17	1	1,000
5	0.70	0.62	0.35	0.67	0.10		2.44	1	750
6	0.98	0.58	0.27	0.72	0.25		2.80	2	750
7	1.05	0.27	0.40	0.68	0.23		2.63	2	700
8	0.95	0.35	0.38	0.75	0.20		2.63	1	900
9	0.92	0.40	0.25	0.65	0.32		2.54	2	1,050
10	0.75	0.58	0.27	0.67	0.22		2.49	1	750
11	0.85	0.32	0.20	0.62	0.33		2.32	1	550
12	0.75	0.48	0.32	0.63	0.28		2.46	1	550
13	0.80	0.53	0.37	0.68	0.42		2.80	2	500
14	0.78	0.50	0.35	0.72	0.35		2.70	1	1,300
15	0.75	0.53	0.43	0.68	0.17		2.56	1	1,100
16	/	0.72	0.52	0.75	0.55		2.54	1	1,300
17	0.67	0.13	0.45	0.73	0.33		2.31	1	1,200
18	0.77	0.43	0.27	0.75	0.33		2.55	1	1,300
19	0.78	0.33	0.38	0.63	0.33		2.45	1	700
20	0.77	0.30	0.37	0.65	0.25		2.34	1	700
21	0.77	0.92	0.28	0.75	0.52		3.24	19	1,100
22	0.70	0.53	0.65	0.70	0.80		3.38	1	1,650
23	0.53	0.33	0.33	0.57	0.30		2.06	1	650
24	0.72	0.45	0.23	0.67	0.25		2.32	1	1,150
25	0.85	0.12	1.10	0.60	0.22	2.77	5.66	3	850
26	0.73	0.42	0.50	0.53	0.20		2.38	1	1,150
27	0.70	0.60	0.17	0.55	0.32		2.34	3	550
28	0.63	0.57	0.65	1.02	0.58		3.45	2	1,250
29	0.57	0.48	0.50	0.62	0.28		2.45	1	700
30	0.72	0.32	0.48	0.58	0.47		2.57	2	1,050
31	0.63	0.33	0.40	0.55	0.35		2.26	1	1,000
32	0.67	0.45	0.47	0.60	0.47		2.66	2	900
33	0.65	0.45	0.30	0.55	0.45		2.40	1	800
34	0.73	0.25	0.20	0.58	0.48		2.24	1	500
35	0.68	0.38	0.33	0.52	0.33		2.24	2	700
36	0.67	0.27	0.32	0.58	0.30		2.14	1	850
37	0.70	0.55	0.40	0.55	0.45		2.65	1	500
38	0.70	0.15	0.30	0.52	0.42		2.09	1	900
39	0.65	0.47	0.25	0.55	0.32		2.24	1	650
40	0.80	0.15	0.52	0.63	0.33		2.43	1	1,050
41	0.67	0.30	0.40	0.68	0.42		2.47	1	1,500
42	0.67	0.63	0.45	0.48	0.35		2.58	2	1,000
43	0.60	0.45	0.17	0.45	0.32		1.99	1	1,200
合計 Total	31.56	19.41	17.45	27.92	14.53	2.77	113.64	74	39,150

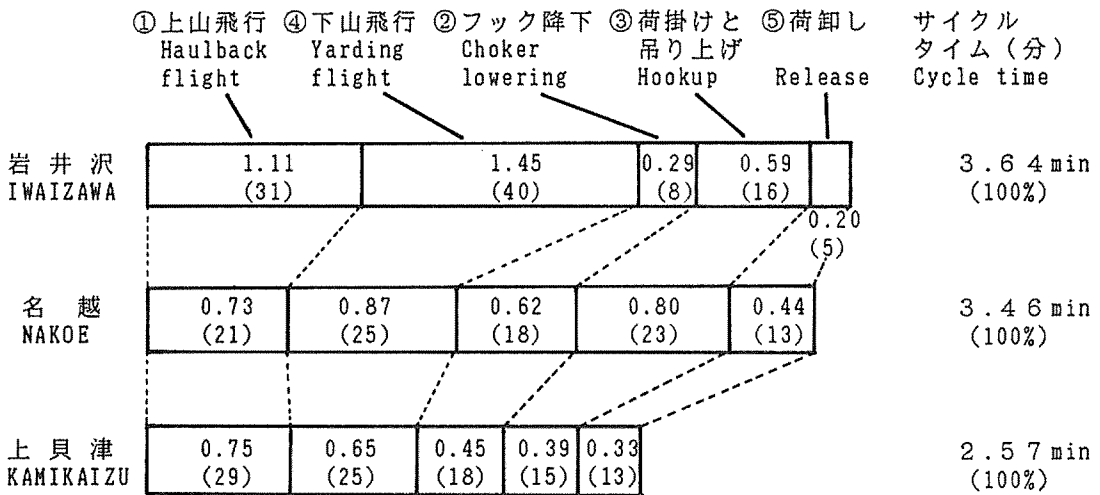
(4) 3地区の集材作業の比較

岩井沢、名越、上貝津の3地区の集材作業を比較、対照したのが表-4である。表の最下欄のサイクルタイムは、全観測サイクルのうち、スリングの運搬や荷掛け直しなど何回かに1度しか出現しない作業を含むサイクルと、上山飛行時間の確定できない作業開始直後のサイクルを除いた、い

わば定常的なサイクルについて計算したものである。完全な循環作業のみから成るサイクルであるから、サイクルタイムも安定した値を示し、作業条件の違いも、より直接的に反映するものと考えられる。図-8には、この循環作業のみからなるサイクル要素作業別時間構成を示した。

循環作業のサイクル

Average normal yarding cycles consisting of ① to ⑤ elements only



◀ 作業の特徴 Description of yarding operations ▶

岩井沢：集材距離大、1回に2～3本積載

IWAIZAWA : Long distance transport, and loading two or three logs a turn.

名越：集材距離小(尾根越えの集材)、間伐材の搬出、1回に小径材を多数積載

NAKOE : Short transport over the ridge, and loading a number of small thinned logs a turn.

上貝津：集材距離小(荷掛け場と荷卸し場はほぼ等高)、1回に長材1本強積載、林道上に荷卸し

KAMIKAIZU : Short transport between yarding area and landing at about the same elevation, loading one tree length log or two a turn, and landing built on widened forest road.

図-8 循環作業のみで構成されるサイクルの集材地別比較

Fig. 8 Comparison of normal yarding cycles of three logging sites

表一 4 集材地区別作業比較対照表
Table 4. Comparison of yarding operations of three logging sites

集材地 Logging site	岩井沢 IWAIZAWA	名越 NAKOE	上貝津 KAMIKAIZU
視測年月日：Date of observation	Dec. 17	Dec. 21	Dec. 23
荷吊り場と荷卸し場の間：Between yarding area and landing			
水平距離：Distance (m)	800	300	450
標高差：Elevation difference (m)	280	60	10
標高差距離*：Modified distance to the ED (m)*	1,870	400	450
集材地の傾斜度：Gradient of operational areas			
荷掛け場：Yarding area	37° (31°~47°)	28°	37° (26°~45°)
荷卸し場：Landing	平地：Level 37°	平地：Level 38°	41° 39°
途中経路：Under flight path	(33°~39°)	(35°~41°)	(35°~44°)
地上作業員：Ground operating crew			
荷掛け手：Choker men	5	3	5
荷卸し手：Unhooker	2	2	2
視測時間 (分) Whole yarding time observed (min)	109.24	168.50	113.64
視測サイクル数 Number of yarding cycles	30	47	43
出材本数 Number of transported logs	72	240	74
出材重量 (kg) Whole weight of transported logs (kg)	17,500	42,700	39,150
要素作業の時間比率：Time distribution (%)			
飛行時間：Total flight	[68.8]	[44.5]	[52.4]
① 上山飛行：Haulback flight	28.7	20.0	27.8
④ 下山飛行：Yarding flight	40.1	24.5	24.6
荷吊り場の作業：Operations at yarding area	[23.7]	[42.1]	[34.8]
② フック降下：Choker lowering	8.2	16.6	17.1
③ 荷掛けと吊り下げ：Hookup	15.5	21.8	15.3
③-1 荷掛け：Choker setting		(7.5)	
③-2 吊り下げ：Choker lifting		(14.3)	
⑦ スリングはずし：Sling-release	0.0	2.9	0.0
⑧ 荷掛けやり直し：Delay for re-hooking	0.0	0.8	2.4
荷卸し場の作業：Operations at landing	[7.5]	[13.4]	[12.8]
⑤ 荷卸し：Release		12.3	12.8
⑥ スリング積み：Sling pick up		1.1	0.0
合計：Total	[100.0]	[100.0]	[100.0]
平均サイクルタイム：Average cycle time (min)	3.64	3.59	2.64
1 回当たり平均出材本数：Average number of logs a turn	2.4	5.1	1.7(1.3**)
1 回当たり平均出材重量：Average weight a turn (kg)	583	909	910
標準偏差：Standard deviation of weight (kg)	244	258	281
循環作業のサイクル (①から⑤までの要素作業で構成されるサイクル) Normal yarding cycles consisting of ① to ⑤ operations only			
サイクル数：Number of cycles	25	34	41
平均サイクルタイム：Average cycle time (min)	3.64	3.46	2.57
標準偏差：Standard deviation of cycle time (min)	0.27	0.37	0.41

- * 「標高差距離」とは、作業計画にあたって飛行時間を見積るために、飛行する2点間の水平距離と標高差から算出する一種の営業距離である。標高差を0.15で割った値と水平距離のうち、大きな方の値が標高差距離となる。
- * “The modified distance to the ED (elevation difference)” between 2 points is the larger value between the horizontal distance and the elevation difference divided by 0.15.
- ** 上貝津の集材では、19本を積載したサイクル6を除けば、あとはすべて1回に3本以下しか積載していない。()はサイクル6を除く42回分の平均を示す。
- ** The value in parenthesis shows an average number of logs in 42 cycles excluding the cycle No. 6 of KAMIKAIZU in which 19 logs were transported a turn although three or less logs were transported a turn in another cases.

5. 考 察

(1) 作業の安定性

今回のヘリコプター集材作業においては、荷掛けのやり直しなど、作業上のトラブルによる時間的な遅れはほとんどなく、集材作業は順調に行われた。循環作業のサイクルタイムの標準偏差は、3集材地区とも0.3から0.4分程度の小さな値を示し、極めて安定した作業であったことがわかる。これは地表の障害物に影響されることのないヘリコプターの特性によるものであるが、一方に事前の計画と準備作業が十分に行われ、荷吊り場と荷卸し場の作業がヘリコプターの運搬作業に確実に対応できたことを示すものでもある。

(2) 3集材地区の作業時間の比較

集材距離の長い岩井沢では、飛行時間が大きな比率を占め、そのためにサイクルタイムも平均3.64分と最も多くかかっている。名越では、距離は最も短い、途中の小尾根を飛び越えなければならないため下山飛行に時間がかかり、飛行時間の合計は上貝津よりもいくらか多くなっている。

岩井沢と上貝津の2地区は、いずれも山腹上部から尾根にかけての見通しの良い場所が荷吊り場であり、かつ比較的強度に択伐した材の集材であったために作業がしやすく、荷吊り場の作業（フック降下および荷掛けと吊り上げ）は0.9分以下と比較的短時間で済んでいる。これに対して名越では、荷吊り場が谷にあり、そのうえ間伐材の集材でもあったため荷吊りに1.4分と両地区の1.6倍以上の作業時間を要している。荷卸しは自動フックを使用しているので一般にはほとんど時間を要しないが、磨き丸太等の貴重材が主であった名越の場合に、多少時間をかけて慎重に荷卸しが行われていたことが認められる。

(3) 積み荷の量

積み荷の量の多少が直接、作業能率や出材単価に影響するヘリコプター集材においては、常時十分な積載量を確保することが、極めて大切である。今回使用したヘリコプターの標準積載重量1,000~1,300kgに対して、名越では平均909kg、上貝津では平均910kgを積載していた。幾分少ないようにも感じられるが、これは平均値としてまず妥当

な値といえよう。これに対して岩井沢では、平均583kgの積載量であった。荷吊り場が急傾斜地にあり、足場が悪いうえに、長材が主であったことから荷をまとめることが難しかったため、このような結果になったものと思われるが、やはり積載量はやや過少と判断される。

(4) 間伐材の集材について

既述のように、名越ではスギの間伐材の集材が実施された。もちろん間伐材といっても、磨き丸太などの貴重材が主体であったからヘリコプター集材の対象にもなりえたのであるが、搬出技術の上からは一般の間伐材を対象としたときとほぼ同様とみてよいだろう。

間伐を済ませた森林においても残存立木は数多く、樹冠もそれほど開けてはいない。したがって、ヘリコプターから荷吊り場の状況を見定めることも、所定の場所へフックを降下させることもなかなか難しい。また、荷の吊り上げの際に材が隣接木に接触しないよう、慎重に作業を行わなければならない。さらに、間伐材は一般に小径のものが多いため、1回の積載量として十分な材積を確保するためには、いくつかの荷をまとめて吊り上げるなどの工夫が必要となる。こうした集材作業実行時の問題のほか、準備作業の段階においても、能率のよい集材を行ううえで、ある程度の木寄せを行ないしっかりと荷づくりしておくなどの配慮が必要であることはいうまでもない。

このように、ヘリコプター集材においても間伐材を対象とする場合、いくらかの作業能率の低下は避けられないが、しかし、架線集材など従来の方法に比べれば、その程度は格段に低いものである。したがって、ヘリコプター集材は間伐材の搬出に適した方法ということが出来る。もちろん、択伐材の場合も同様と考えてよいであろう。

(5) 民有林における集材について

民有林は林地面積も小さく、1件当りの伐採材積も少ないのが普通であるから、一般にはいくつかの森林をまとめて出材材積をふやして、ヘリコプター集材の対象とすることになる。今回の鳳来町における集材では、二人の森林所有者がもつ7箇所の森林から総計388m³の材を搬出した。

技術的な問題点としては、里山に位置する民有林では、民家や農地、そして送電線の上などを飛行する場合が多く、作業の実行に際して特別な注意が必要となる。また、荷卸し土場やヘリポートのための適当な場所が得にくく、やむをえず狭い土場やヘリポートを各所に点在して設けなければならないことが多い。今回も2箇所の土場に交互に荷卸しすることによって土場の狭さをカバーしつつ、作業を進行させた例が見られた。

以上からわかるように、民有林へヘリコプター集材を導入するためには、有機的かつ緊密な協同作業の実施が必須の前提となる。このため、地域林業の中核として作業の計画、実行、調整の機能を果たす森林組合の役割は、極めて重要なものと考えられる。

6. おわりに

ヘリコプターが本格的に集材に使用され始めてからまだ日も浅く、集材の実行記録や各種の作業調査結果などのデータも十分に集積されているとはいいがたい。今回、実行された鳳来町のヘリコプター集材は、1箇所当りの集材量が少なく、かつ間伐材や択伐材を主な対象としている点で、民有林におけるヘリコプター集材の一つの典型的事例と考えられたので、作業を観測して記録に残すことにしたものである。

作業の観測に際して、鳳来町林業経営者協会、鳳来町森林組合、愛知県新城事務所および朝日航洋KKの協力を得た。特に林業経営者協会の大橋五郎、金田康嗣両氏からは、多くの便宜と貴重な示唆を頂いた。記して感謝の意を表する次第である。

7. 参考文献

- (1)愛知県新城事務所林務課：ヘリコプターによる木材搬出。林業あいち No. 372, pp. 6-7, 1986
- (2)朝日航洋(株)：木材搬出の手引。p. 22, 1986
- (3)康 世卿：ヘリコプターによる天然林大径木の集材計画。森林利用研究会資料 No. 112, pp. 10-12, 1984
- (4)高知営林局：ヘリコプター集材について。機械化林業 No. 355, pp. 9-19, 1983

(5)栗田 章：ヘリコプターによる木材搬出。山林 No. 1205, pp. 16-24, 1984

(6)森林利用研究会：日・台シンポジウム・エクスカッション。森林利用研究会資料 No. 112, pp. 21-58, 1984