



図 2-15 データ取得の確認画面

2) 41 林班

調査範囲を2つの区間に分け、それぞれの区間で多段計測を2回ずつ実施した。5回目の計測では、UAVでは計測が困難な斜面下部の樹木、及び樹木下部の計測を行うために、背負子式による計測（図 2-13）を実施した。

41 林班の特徴としては、機材を運搬した車から調査地点まで離れており、移動時間が発生したこと、飛行ルートを2つに分けたため、ルート間の移動時間が発生したことがあげられる。また、飛行ルートを変えるにあたり、次のルートへの移動準備（機材、計測の際に目印とする三角コーンの移動など）をする時間が必要であった。

40 林班が4回の計測に対し総作業時間として約2時間かかったのに対し、計測回数が5回の本林班においては約3時間かかっていた。表 2-4、表 2-5 より、1回の計測、およびデータ確認にかかる時間は、平均して計測で7分、確認で9分程度であった。計測回数が1回しか変わらない中で、作業時間に1時間程度の差が出たことから、移動時間の発生は計測効率を低下させると考えられる。また、図 2-3 のように移動経路上に障害物や勾配がある場合には、UAVを運搬する作業員への負担、安全性の確保の観点についても、考慮が必要となる。そのため、移動時間が発生する地点のUAVレーザ計測については、検討が必要であると考えられた。

また、41 林班においては計測範囲において、飛行ルートを2つに分けていた。そのため、取得したデータのルート間マッチングを行う必要があり、飛行ルートを一部重複させていた。飛行ルート・計測コース間のデータのマッチング、は、データ取得時の作業効率、及びその後のデータ処理におけるデータハンドリングの難易度に影響を与える。そのため、計測コースの設定について、飛行ルートを分ける際には重複部分の設定（重複部分の距離、位置など）、データ取得後のマッチング方法について検討が必要となる。

表 2-5 功程調査票 (41 林班)

作業開始からの時間	作業内容	作業時間 (分)	備考
00:00 (09:58)	組み立て時間	14	対象林班への機材運搬準備
00:14	対象林班への移動	17	
00:31	飛行準備	13	離着陸地点、 計測経路の確認
00:44	機械の確認・組み立て	8	
00:52	安全管理	2	アルコールチェック
00:54	飛行 1 回目	9	飛行ルートをコーンで 3 つに区分、 2 つ目までパイロットが追従、 2-3 個目間は目視飛行
01:03	データ確認	9	上段のデータが取れていない→再度、1 回目より高めに 1 往復飛ばす
01:12	バッテリー交換	4	
01:16	飛行 2 回目	10	
01:26	データ確認	13	3-4 段ぐらいで取った方がよい →斜面が急で樹幹がうまく取れていない
01:39	2 つ目の区間へ移動・準備	10	
01:49	飛行準備	1	
01:50	バッテリー交換	2	離陸準備、 コントローラー調整
01:52	飛行 3 回目	6	2 往復
01:58	データ確認	17	
02:15	レーザ照射角調整	8	10° 傾ける
02:23	バッテリー交換	2	
02:25	飛行 4 回目	10	レーザを 10° 傾けて 4 段で撮影
02:35	データ確認	13	
02:48	背負子式準備	5	25° 傾ける
02:53	片付け・移動準備	4	
02:57	移動・準備時間	9	
03:06	計測 5 回目	7	背負子式
03:13	データ確認	9	



図 2-16 林道・作業道上における UAV の飛行状況（41 林班）

2.2.4 点群の取得状況

地盤の取得状況、立木全体の取得状況、樹幹の取得状況を確認した。地盤と立木全体の計測状況により、樹高や立木位置の解析可否を判断し、樹幹の取得状況により、胸高直径や矢高、細りの解析可否を判断した。

(1) 地盤の取得状況

地盤が取得できていない場合には樹高、胸高直径ともに算出が困難になるため、地盤の点群のフィルタリングを行い、赤色立体地図を作成し、取得状況を確認した。

1) 40 林班

赤色立体地図が作成できた面積は 2.30ha であった。UAV が飛行した作業道より斜面上側、下側の両側とも 20～40m の計測であった。図 2-17 の黄丸の箇所については、地形が表現できているものの、地盤の点群数が少ない。カーブの外側かつ斜面下ではレーザが照射されにくい箇所となる可能性が高いと考えられる。

また、計測手法ごとの 1m 四方での点群密度を図 2-18～図 2-20 に示す。水平では 3.13ha、背負子式レーザスキャン角 20 度では 3.80ha の範囲で点群を取得した。UAV でレーザスキャン角を 20 度とした場合には 2.38ha となった。斜面下側より斜面上側のほうが、点群密度が高い傾向があるが、斜面上の樹木の樹冠を取得した点群が多かった。

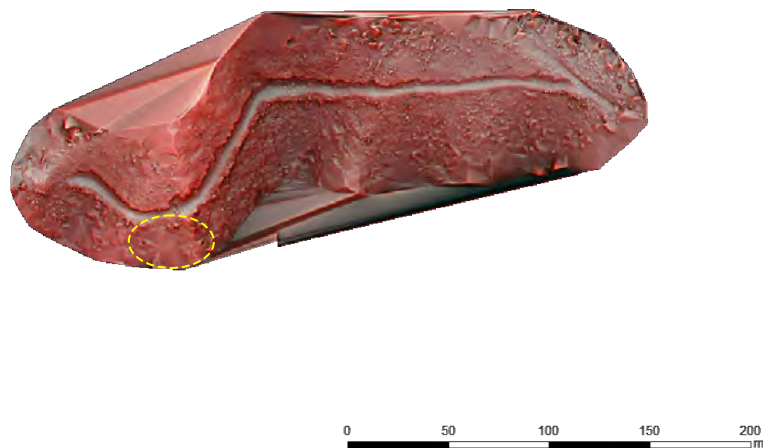


図 2-17 赤色立体地図（40 林班）

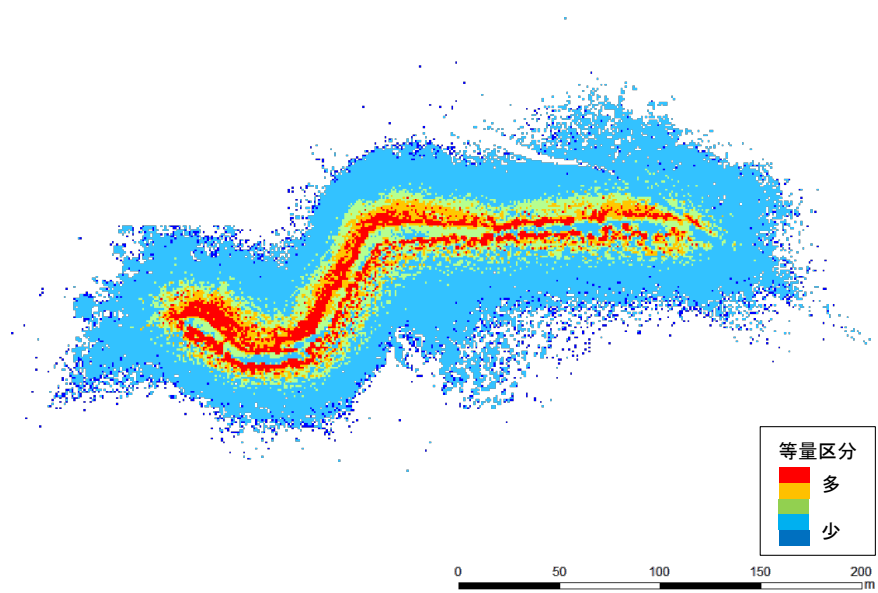


図 2-18 水平コース 点群密度 (40 林班)

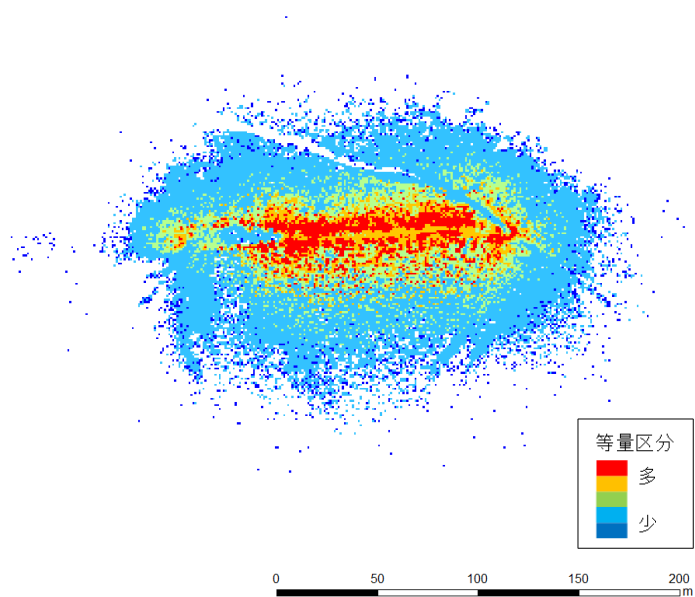


図 2-19 レーザスキャン角 20 度 点群密度 (40 林班)

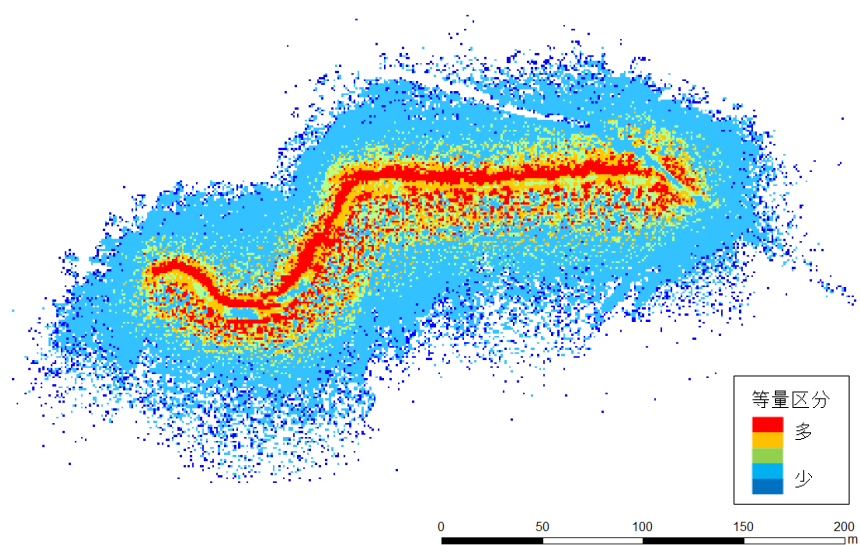


図 2-20 レーザスキャン角 20 度 背負子式 点群密度 (40 林班)

2) 41 林班

赤色立体地図が作成できた面積は 2.80ha であった。UAV が飛行した作業道より斜面上側、下側の両側とも 20～40m の計測であった。

また、計測手法ごとの 1m 四方での点群密度を図 2-22～図 2-24 に示す。水平では 3.07ha、UAV でレーザスキャン角を 10 度とした場合には 2.52ha、背負子式レーザスキャン角 20 度では 4.99ha の範囲で点群を取得した。40 林班同様、斜面下側より斜面上側のほうが、点群密度が高い傾向があるが、斜面上の樹木の樹冠を取得した点群が多かった。



図 2-21 赤色立体地図 (41 林班)

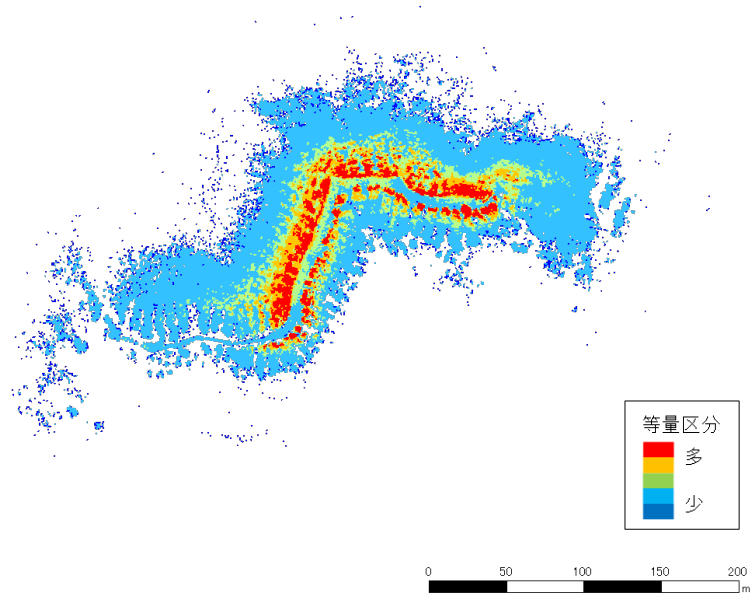


図 2-22 水平 点群密度 (41 林班)

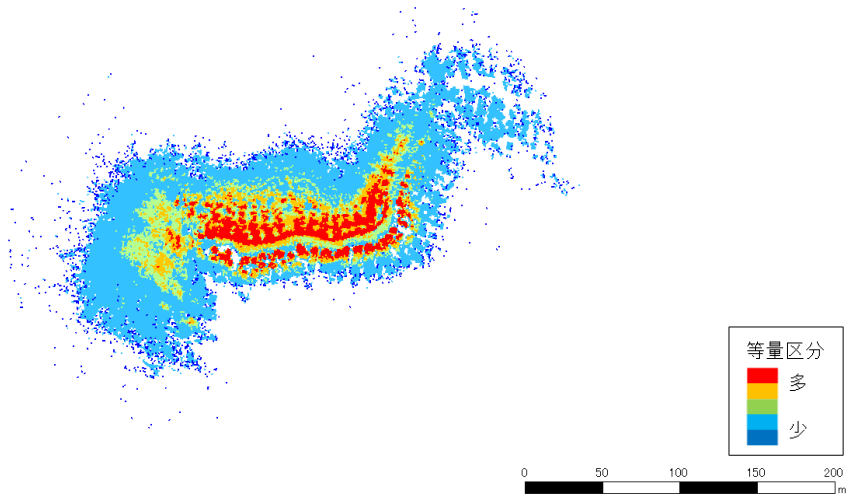


図 2-23 レーザスキャン角 10 度多段 点群密度 (41 林班)

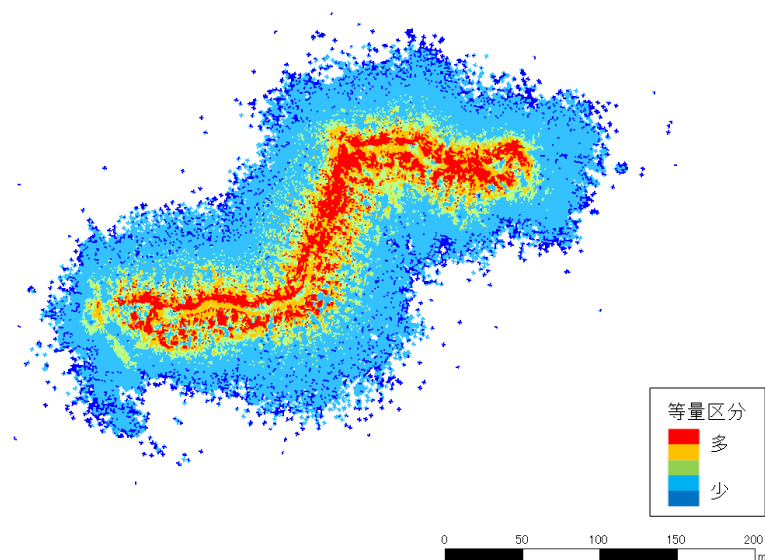


図 2-24 レーザスキャン角 25 度 背負子式 点群密度 (41 林班)

(2) 立木の取得状況

点群の横断面を確認し、立木の計測状況を確認した。横断面を確認した箇所は斜面傾斜や作業道のカーブの位置などにより設定した。

1) 40 林班

図 2-25 に示すように、斜面に直角となるように横断面を取った。斜面であっても、②、③のように凹型であれば、地盤が比較的遠くまで点群が連続し取得できており、①のように凸型の場合には地盤面の点群数が少なくなった。同様に、斜面と並行に横断面を取った場合でも⑨などで凸型の場合に点群数が少なくなることが確認できた。また、斜面傾斜が急な場合には計測範囲が極端に狭くなる傾向が見られた。

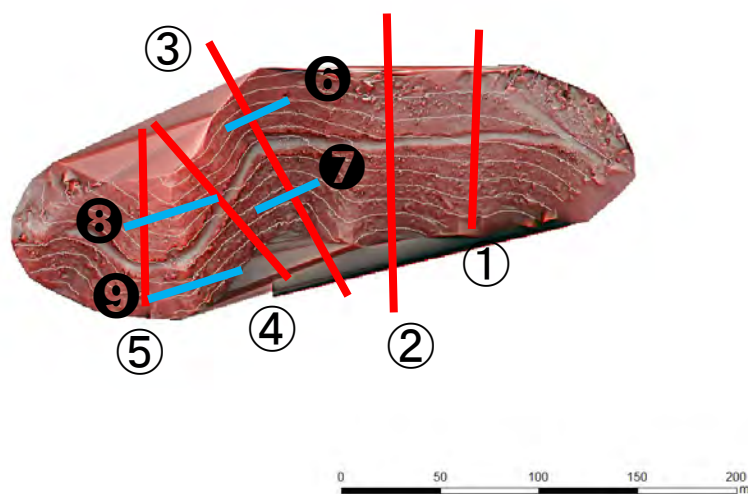


図 2-25 点群横断面箇所 (40 林班)

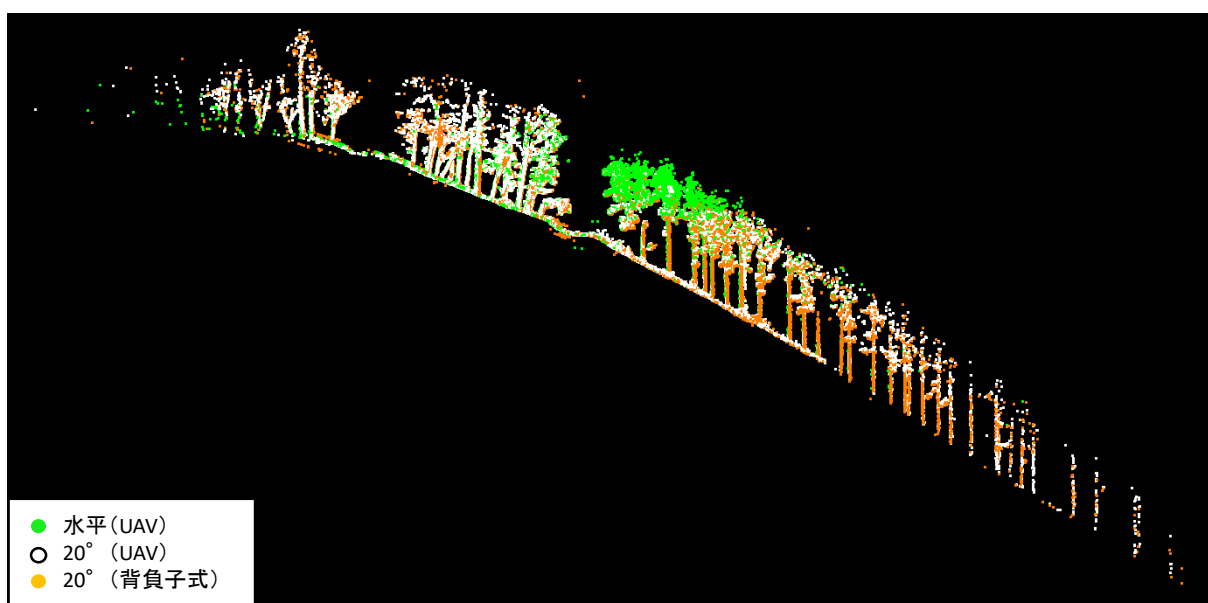


図 2-26 横断面① (40 林班)

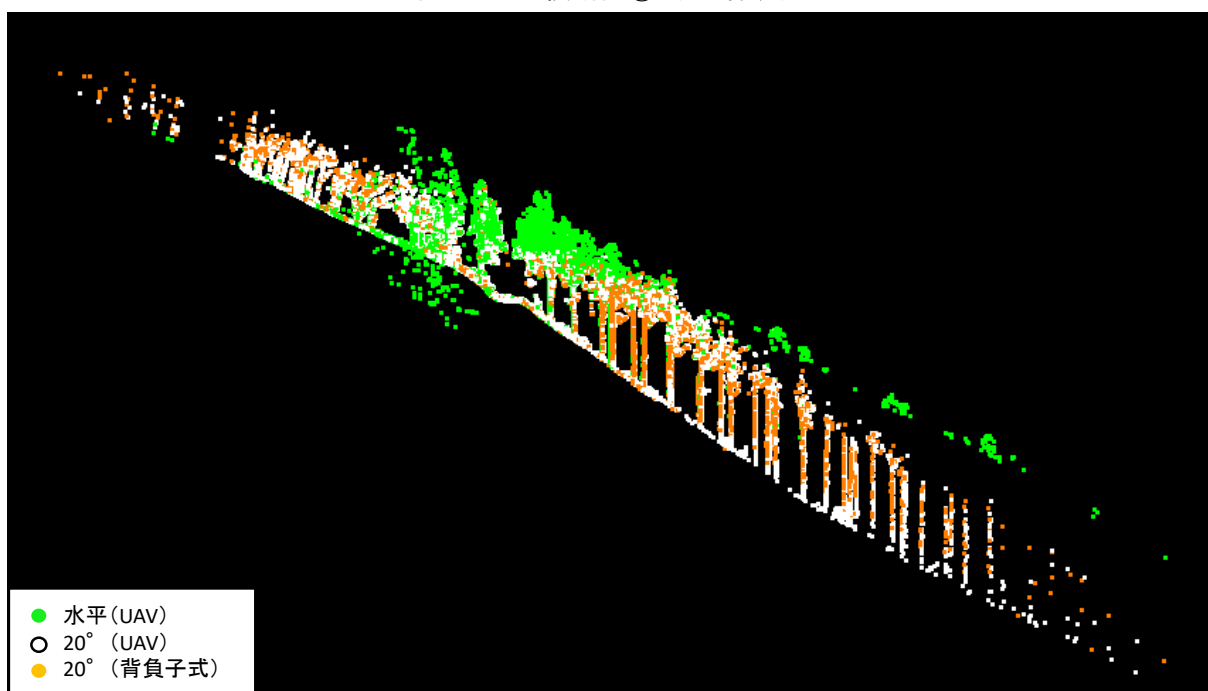


図 2-27 横断面② (40 林班)