

レベル3.5飛行を適用したUAV飛行の実施 ～将来の河川巡視無人化・省人化に向けて～

宮本 裕史¹・田中 芳貴

¹関東地方整備局 荒川上流河川事務所 流域治水課（〒350-1124 埼玉県川越市新宿町3-12）

荒川上流河川事務所は、「ドローンを活用した河川巡視・点検への適用検討会」にて関東地方整備局内代表事務所として選定されている。河川分野において、気候変動に伴う洪水の頻発化・激甚化や担い手確保等の自然的及び社会的背景は喫緊の課題であり、河川巡視の効率化・省人化は避けられない課題となっている。今後ドローン（以下UAV）を活用した様々な試行が当事務所でも予想される中、未来に繋げる始まりの第一歩として実施した当事務所初のレベル3.5飛行について、本稿にて報告をする。

キーワード レベル3.5飛行, DX, 河川巡視, 無人化・省人化, レーザ計測

1. はじめに

国土交通省では、省全体でDXの取組を推進している。荒川上流河川事務所が本取組を実施した背景としては、社会全体で今後の担い手不足が社会的問題にある中、人手のかかっている河川巡視において無人化・省人化が急務となっており、UAVによる河川巡視は、これまで複数の人間が直接現場に赴き、時間をかけていたプロセスを無人化・省人化するにあたり有効な手段と考えられたためである。

本レベル3.5飛行では、UAVによる河川巡視の中でレベル3.5飛行に着目した点が大きな特徴となる。レベル3.5飛行の内容については後述にて報告するが、目視外飛行かつ人の配置を必要としないという強みがある。

今回実施したレベル3.5飛行は、デモ飛行として実施したものではあるが、その目的としては、「実飛行時の位置精度」「UAVレーザ計測によるデータ取得」「RiMaDIS登録データの異常確認及び比較」の確認、整理及び課題の抽出を行い、得られた成果を将来的な実用化に向けての検討材料にするとする。

2. レベル3.5飛行とは

レベル3.5飛行はレベル3飛行に分類¹⁾されるため、無人地帯（人口密度及び第三者の存在する可能性が低い山間部・河川・農地等）における目視外飛行となる。ただし、レベル3飛行で求められる監視員や看

板にて実施する立入管理措置を、機体に装備されているカメラにて地上を確認することで代替することが可能である。道路等の上空を通過する場合に一時停止することなく横断が可能となるが、機体カメラにて歩行者等を確認した場合は一時停止を行う必要がある。

その他レベル3とレベル3.5飛行の違いについては、以下の表-1に示す。

表-1 レベル3.5とレベル3飛行の違い

対応レベル	レベル3	レベル3.5
立入管理措置	人や看板	機体カメラ
保険加入の有無	無	有
操縦者の資格	無	有
道路や線路の横断	一時停止	一時横断可
第三者上空飛行	禁止	禁止

3. レベル3.5飛行実施に向けた課題

レベル3.5飛行を適用したUAV飛行は、当事務所内で前例が無いことから、いくつかの課題が発生した。

(1) 猛禽類への配慮

荒川上流河川事務所管内では、広範囲にてオオタカの営巣区域があり、本飛行についても、専門家の意見を踏まえ、オオタカの営巣時期を避けた時期に実施することとし、今回はより配慮をするため更にオオタカの高利用域を外したルート選定を行っている。その他下記について配慮を行った。

- ・飛行時期については、猛禽類保護の進め方²⁾を参考にオオタカの繁殖期に入る前の12月中旬に実証実験を行い、繁殖への影響を抑える事とした。
- ・他鳥類への配慮から急下降急上昇を避ける事とした。
- ・今回該当するレベルごとの配慮事項³⁾は配慮区域を避けているため本来は1となるが、配慮区域内で営巣期をずらした考えとなるレベル2の対策を行う事で、オオタカの遭遇に備えてより配慮できるものとした(図-1及び表-2参照)。

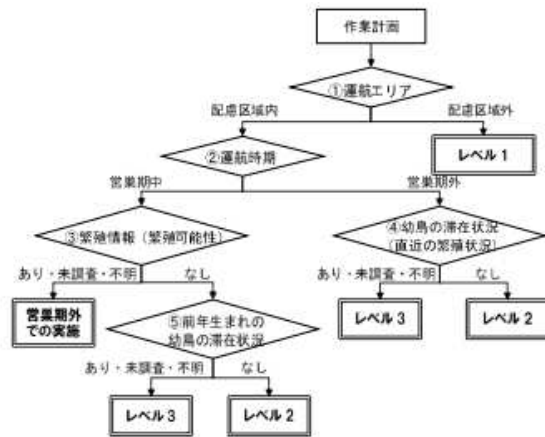


図-1 配慮内容の確認フロー

表-2 レベルごとの配慮事項

No.	項目	レベル1	レベル2	レベル3
①	小型・軽量機種の使用 (可能な限り)	●	●	●
②	プロペラガード装着 (可能な限り)	●	●	●
③	機体の目視可能範囲での飛行	●	●	●
④	自動帰機機つき機体の使用	●	●	●
⑤	熟練者による操縦		●	●
⑥	周辺確認者(補助者)の設置		●	●
⑦	短時間・短期間使用 (可能な限り)			●
⑧	モニタリング調査の実施			●

- ・補助者を設置し、猛禽類の接近を確認した場合は飛行を取りやめる事とした。

(2) 飛行申請上の課題

最終的には3つのルートから検討することとなった。

- ・ルート1(入間川11.2k-12.8k付近:雁見橋下流)
高水敷利用箇所について占有者と調整可能。巡視対象もあり調査実施に相当。
- ・ルート2(入間川13.0k-14.4k付近:雁見橋上流)
占有者との調整困難箇所(会員制ゴルフ場)やDID地区があるため実施が難しい。
- ・ルート3(荒川89.0k-91.0k付近:荒川花園大橋)
大臣管理区間外があり、巡視対象も少ないため検証項目が乏しい。

以上の事から、オオタカ影響範囲と公共施設を外し、巡視対象もあるルート1(図-2参照)を飛行ルートに選定した。また、河川区域全域を含む飛行ルートとは別に、

障害となる箇所を避けた低水路のみを飛行ルート範囲とし、巡視対象の識別可否の比較検討も実施する事とした。

入間川雁見橋下流(11.2k-12.8k付近)

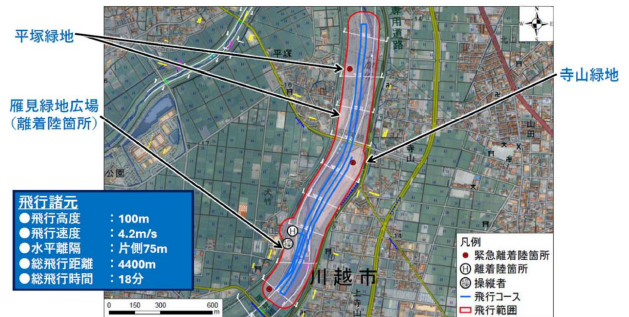


図-2 レベル3.5飛行におけるUAV飛行ルート

(3) 飛行ルート選定の考え方

前述にあげた猛禽類への配慮及び飛行申請上の課題から、実運用を検討する際には、広範囲に及ぶ猛禽類の高利用域を外す又は営巣時期をずらすことを前提とし、更に荒川では特に多い民地への配慮や人の利用が多い高水敷では飛ばすことが出来ない等、検討したからこそわかる幾つもの課題の発見があった。今後実用化に向けて検討する際には、制約上ほとんど飛べる場所が無くなってしまふなどにより止まってしまうわぬよう、かつ、問題を起こさないために課題解決の手法も視野に入れて、今後はしっかり検討していく必要がある。

4. レベル3.5飛行の実施

2025年12月17日(水)に、入間川11.2k-12.8k付近にてレベル3.5飛行を実施した。当日はWeb接続によりパイロットの解説を入れつつ事務所への配信も実施した。デモ飛行については前日にライブミッション撮影(撮影位置を手動飛行によって事前に記憶させ、2回目以降自動飛行にて撮影を行う手法)の記録を行い、当日は全てレベル3.5による自動飛行となった。飛行内容は高高度飛行(対地高100m)による流向方向動画撮影、直角法による動画撮影、垂直撮影によるレーザ計測の3回及び低高度飛行(対地高50m)による流向方向動画撮影、直角法による動画撮影、垂直撮影によるレーザ計測の3回の計6回の飛行を実施した(表-3参照)。

表-3 デモ飛行内容

パターン	UAV飛行高度	実施内容
①	UAV高高度飛行(対地高100m)	動画撮影(流向方向)
②	(範囲:広、解像度:粗、飛行時間:短)	動画撮影(直角方向)
③	※高水敷利用施設への申請:必要	垂直撮影・レーザ計測
④	UAV低高度飛行(対地高50m)	動画撮影(流向方向)
⑤	(範囲:狭、解像度:細、飛行時間:長)	動画撮影(直角方向)
⑥	※高水敷利用施設への申請:不要	垂直撮影・レーザ計測

また、アタッチメントを取り換えることにより、UAVによるレーザ計測も実施した（図-3参照）。

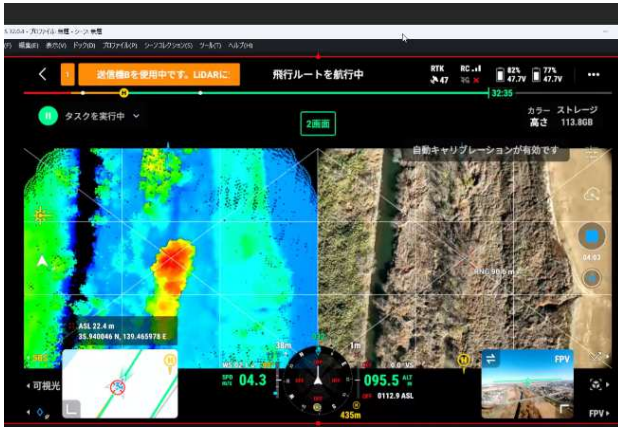


図-3 UAVレーザ計測（左：標高段彩図、右：映像）

本レベル3.5飛行において、橋の横断時に歩行者が見られたため、UAV搭載カメラの映像を用いて一時停止し、安全がカメラ上で確認した後に横断するデモも実施した（図-4参照）。



図-4 UAV搭載カメラで人の横断を確認

ったといえる。

表-4 精度検証結果

点名	調整用基準点			UAVレーザデータ			調整点・検証点とUAVレーザデータの差			
	水平		標高	水平		標高	水平		標高	
	X	Y	H	X	Y	H	ΔX	ΔY	ΔXY	ΔH
GCP-1	-33034.564	-6570.817	16.718	-33034.579	-6570.830	16.723	-0.015	-0.013	0.020	0.004
GCP-2	-33406.639	-7102.347	18.501	-33406.626	-7102.337	18.501	0.013	0.010	0.016	0.000
GCP-3	-33054.325	-6016.663	16.851	-33054.337	-6016.665	16.855	-0.011	-0.012	0.017	0.004
CP-1	-33154.152	-6729.838	16.560	-33154.130	-6729.823	16.574	0.022	0.015	0.026	0.014
CP-2	-33382.629	-6992.314	18.717	-33382.630	-6992.332	18.711	-0.001	-0.019	0.019	-0.006
CP-3	-33067.714	-6237.564	17.500	-33067.689	-6237.593	17.512	0.015	-0.029	0.033	0.012

単位：m

(2) UAVレーザ計測によるデータ取得

今回のUAVレーザ計測で取得した点群データを用いて、DSM（数値表層モデル：地表面の高さを表現するためのデジタルモデル）を作成した。三次元点群データでは、1 m²あたり100点~200点の密度での再現が行えた（図-5参照）。

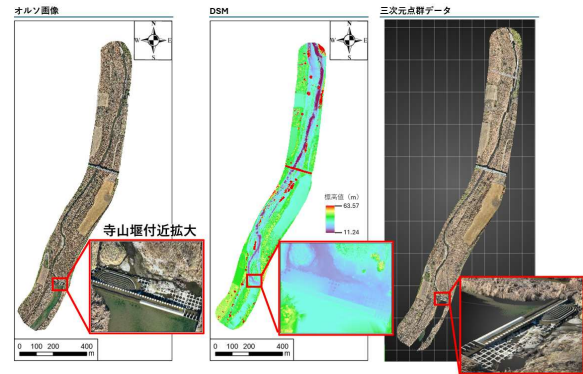


図-5 UAVレーザ計測取得データ

5. 飛行成果

今回のレベル3.5飛行を実施し、下記項目にて飛行成果を示す。

(1) 実飛行時の位置精度

レーザ計測の計測精度については、調整点（GCP）及び検証点（CP）で計測した結果、水平方向誤差は最大3.3 cm、垂直方向誤差は最大1.4 cmとなった（表-4参照）。

また、飛行航跡における位置精度としては、計画飛行コースに対し実際の飛行航跡は水平方向、垂直方向共に約15 cm程度の誤差となり、UAVメーカー提示の精度内に収まっている。

当日はほぼ無風で障害等も無く、環境も良かったことから、河川管理項目の目的に応じた精度等⁴⁾で定められている誤差内で最も精度を要する5 cmの項目を満たしているため、河川巡視に適用させる上では良好な精度であ

(3) RiMaDIS登録データの異常確認及び比較

今回のレベル3.5飛行では、従来の河川巡視の発展としての検証も見据えて実施した。RiMaDISに登録された浸食等の変状箇所について、UAV撮影データから判定可否を行った（図-6参照）。

その他RiMaDISに登録されていない変化についても、どの程度のレベルで判定が可能かを河川巡視項目に沿って検証し、データの取りまとめを行った。



図-6 既知の変状

5. まとめ

今回のレベル3.5飛行を実施したことで、これまで明確に見えていなかった申請を含めた飛行までの必要プロセスや申請までにかかる期間等、しっかりと把握できた。レベル3.5飛行では、河川管理項目の目的に応じた精度等内での誤差に収まっている精度を出し、レベル3.5の代表ともいえる機載カメラによる歩行者検知による一時停止を行う状況も確認できた。レーザにおける測量で十分な三次元点群データが取得できた。RiMaDISに登録された変状箇所の確認や撮影内容からの新しい異常の検出についても良好で、通常業務での無人化・省人化に大きく役立つと実感した。様々な結果を得ることが出来たが、それを今回で終わらせずしっかりと荒川上流河川事務所のDXチームとして繋げていくこととする。

実際の飛行面については、事前にしっかりと飛行ルートを確認して実施したため問題は無くデモ飛行が実施できたが、本運用を行う際には災害時等緊急を要する場合もあり、占用内や猛禽類等の影響範囲内や影響時期、人々が避難している状況等多種多様な条件が予想されるため、条件が合わないため飛行できないではなく、決められた条件下でどのようにしたら飛ばすことが出来るの

か、また、そのような箇所を避けつつも、点検を行う飛行方法を模索する等、より使える技術にするためにもデモ飛行で満足せずしっかりと検討を続けていくこととする。

謝辞：本業務の受注者様には多くの知識と経験から、短い期日の中でありながら、多大なる力添えをいただきました。さらに、日頃より出張所の皆様、所内外の諸先輩方、DXメンバーの皆様には、的確なご指導をいただきました。ここに深く謝意を表します。

参考文献

- 1) 国土交通省：カテゴリII飛行(レベル 3.5 飛行)の許可・承認申請について
- 2) 環境省：猛禽類保護の進め方(改訂版)
- 3) 北陸地方整備局湯沢砂防事務所他：砂防事業における猛禽類の生息に配慮した UAV 運用ルールの検討
- 4) 国土交通省：河川管理用三次元データ活用マニュアル(暫定版)