

ỨNG DỤNG ẢNH MÁY BAY KHÔNG NGƯỜI LÁI (UAV) XÁC ĐỊNH SINH KHỐI TRÊN MẶT ĐẤT CỦA RỪNG NGẬP MẶN KHU VỰC VỊNH VÂN PHONG, TỈNH KHÁNH HÒA

Nguyễn Hoàng Thái Khang^{1*}, Ngô Mạnh Tiến¹, Trần Văn Chung¹,
Nguyễn Thị Kim Phi², Nguyễn Thị Thùy Dương²

¹Viện Hải dương học, Viện Hàn lâm KHCNVN

²Trung tâm Nghiên cứu - Ứng dụng Khoa học công nghệ, TP. HCM
*nguyenhoangthaikhang@gmail.com

Tóm tắt. Đánh giá sinh khối rừng ngập mặn giúp chúng ta tìm hiểu về các quá trình cũng như những biến đổi đang diễn ra bên trong rừng ngập mặn. Ngày nay có nhiều phương pháp ước tính sinh khối trên mặt đất của rừng ngập mặn, một trong các phương pháp đó là sử dụng ảnh máy bay không người lái (UAV). Mô hình số bề mặt và mô hình số địa hình được thành lập với độ chính xác cao từ ảnh chụp của UAV, cho phép tính toán được chiều cao tán cây của rừng ngập mặn. Kết quả chiều cao tán cây dao động trong khoảng từ 1-8 m. Tổng giá trị sinh khối trung bình trên mặt đất của rừng ngập mặn ở khu vực vịnh Vân Phong đạt 185 tấn/ha, lượng carbon tích lũy trong sinh khối rừng trung bình đạt 116,4 tấn C/ha. Sinh khối và trữ lượng carbon nơi đây tương đối cao cho nên cần có các chính sách bảo tồn và quản lý rừng ngập mặn ở vịnh Vân Phong theo cơ chế REDD+ một cách có hiệu quả.

Từ khóa: Rừng ngập mặn, UAV, Vân Phong.

1. Giới thiệu

Rừng ngập mặn là kiểu rừng phân bố ở cửa sông, ven biển vùng nhiệt đới. Rừng ngập mặn bên cạnh vai trò cung cấp về mặt lâm sản như gỗ, than, tanin, là nơi cư trú và bãi đẻ của nhiều loài chim, các loài thủy sản có giá trị, còn có vai trò chống xói lở bờ biển và cải tạo môi trường (Phạm Văn Ngọt và cs., 2012). Các hệ sinh thái ven bờ như thảm cỏ biển, rừng ngập mặn, đầm lầy mặn đóng vai trò quan trọng là các hệ sinh thái carbon xanh nhờ khả năng tích lũy hàm lượng carbon cao hơn rất nhiều so với những kiểu rừng ở trên cạn (McLeod và cs., 2011). Trong ba hệ sinh thái carbon xanh, rừng ngập mặn có trữ lượng sinh khối trên mặt đất rất cao do có cấu tạo thân cây gỗ lớn và phát triển mạnh (Alongi, 2014). Sinh khối của rừng ngập mặn tích lũy khoảng 10 % tổng lượng CO₂ của khí quyển, trong khi đó toàn bộ rừng trên toàn cầu chỉ giữ lại có 0,7 % lượng CO₂ (Donato và cs., 2011).

Phương pháp truyền thống trong nghiên cứu về sinh khối trên mặt đất chủ yếu dựa vào đo đạc trực tiếp chiều cao cây, diện tích tán cây, đường kính ngang của cây (ngang tầm với ngực của người đo, còn gọi là đường kính ngang ngực), từ đó áp dụng phương trình sinh trắc để tính toán tổng sinh khối trên mặt đất (Kauffman và cs., 2012; Picard và cs., 2012). Tuy nhiên, phương pháp truyền thống gặp nhiều hạn chế như mất nhiều thời gian và công sức, bị giới hạn trong khu vực phạm vi hẹp và kích thước cây lấy mẫu phải nhỏ. Bên cạnh đó, rừng ngập mặn do đặc tính sinh trưởng các cây mọc sát gần nhau nên phương pháp truyền thống cũng gặp khó khăn khi ước tính sinh khối trên mặt đất (Jones và cs., 2020).

Phương pháp viễn thám tỏ ra nhiều thuận lợi hơn so với phương pháp truyền thống trong khảo sát điều tra phân bố cũng như nghiên cứu cấu trúc của rừng ngập mặn. Các ứng dụng của viễn thám còn giúp xác định chiều cao của cây cũng như ước tính sinh khối trên mặt đất của rừng ngập mặn trên một phạm vi không gian rộng (Simard và cs., 2006; Li và cs., 2007). Mặc dù vậy, phương pháp viễn thám cũng có mặt hạn chế chính là độ phân giải không gian của ảnh thu nhận. Ảnh có độ phân giải không gian trên 10 m thường cho kết quả có độ chính xác thấp khi đánh giá sinh khối trên mặt đất của rừng ngập mặn (Owers và cs., 2018). Công nghệ thu nhận ảnh từ máy bay không người lái (Unmanned Aerial Vehicle - UAV) với độ cao chuyến bay thường thấp dưới 500 m cho phép thu nhận ảnh có độ phân giải rất cao, chủ động được thời gian thu nhận ảnh, chủ động trong công tác bay chụp đã được ứng dụng nhiều trong nghiên cứu rừng ngập mặn nói chung và tính toán trữ lượng carbon cũng như sinh khối trên mặt đất nói riêng (Anderson và cs., 2013; Panagiotidis và cs., 2017; Navarro và cs., 2020).

Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả sử dụng ảnh UAV để khắc phục tình trạng về độ phân giải không gian của ảnh viễn thám như đã nêu trên trong đánh giá sinh khối trên mặt đất của rừng ngập mặn ở vịnh Vân Phong, tỉnh Khánh Hòa.

2. Phương pháp nghiên cứu

Ảnh chụp được thu nhận từ thiết bị UAV Mavic Air 2 của hãng DJI. Ảnh UAV được xử lý theo phương pháp Structure-from-Motion (SfM) để tạo lập ảnh trực giao, mô hình số bề mặt (Digital Surface Model - DSM) và mô hình số địa hình (Digital Terrain Model - DTM) cho khu vực rừng ngập mặn vịnh Vân Phong (Cunliffe và cs., 2016; Ploot và cs., 2018). Độ cao bay chụp ở khu vực nghiên cứu là 80 m, với 95 ảnh chụp có độ bao phủ ngang và dọc là 80 %. Nắn chỉnh hình học ảnh sử dụng các điểm mốc không chế nhằm đưa ảnh chụp về hệ tọa độ VN-2000. Thành lập đám mây điểm nhằm phát hiện sự chồng chéo giữa các ảnh, từ đó xác định các điểm tối ưu khi ghép các ảnh chụp lại với nhau. Bước cuối ghép ảnh tạo thành một ảnh duy nhất có độ phủ trùng lặp lên tới 80 % và loại bỏ được sai số khi chồng chập các ảnh lại với nhau (Mouloua và cs., 2018). Các thao tác trên được thực hiện bằng phần mềm Pixel4Dmapper.

Phương trình tính toán sinh khối trên mặt đất của rừng ngập mặn (Suwa và cs., 2020):

$$\ln_{AGB} = 0,81 + 1,81 * \ln H_m \quad (1)$$

trong đó:

AGB : sinh khối trên mặt đất (Above Ground Biomass),

H_m: chiều cao Lorey.

Chiều cao Lorey được tính toán theo phương trình (Chave và cs., 2005; Komiyama và cs., 2012):

$$H_m = \frac{\sum_i^N B_i * H_i}{\sum_i^N B_i} \quad (2)$$

$$B = \pi * \left(\frac{D}{2} \right)^2 \quad (3)$$

trong đó:

- B: diện tích mặt cắt ngang cây,
- H: chiều cao cây,
- D: đường kính ngang ngực,
- N: tổng số cây lấy mẫu trong các ô tiêu chuẩn.

Độ cao tán cây của rừng ngập mặn được tính toán bằng cách chồng chập giữa mô hình số bề mặt với mô hình số địa hình. Lượng carbon tích lũy trong sinh khối của rừng ngập mặn được tính toán bằng nhân lượng sinh khối trên mặt đất với hệ số 0,5 (Mudiyarso và cs., 2002). Bên cạnh đó, nhóm nghiên cứu cũng tiến hành khảo sát thực địa khu vực rừng ngập mặn ở vịnh Vân Phong thông qua phương pháp ô tiêu chuẩn (Nguyễn Văn Thêm, 2001).

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Chiều cao Lorey và độ cao tán cây

Kết quả từ mô hình số bề mặt (DSM) cho thấy toàn bộ bề mặt của dải rừng ngập mặn có độ cao từ 2-10 m. Dải rừng ngập mặn ở vịnh Vân Phong nằm trên khu vực đồng bằng ven biển với độ cao từ 0-1,5 m được chỉ ra qua mô hình số địa hình (DTM), trên cơ sở đó tính toán được độ cao tán cây của rừng ngập mặn từ 1-8 m. Khu vực Tuần Lễ (xã Vạn Thọ, huyện Vạn Ninh) là nơi có độ cao tán cây lớn đồng nghĩa với mật độ cây ở đây dày, dải rừng ngập mặn ở khu vực này phát triển tốt.

Mối tương quan giữa độ cao tán cây có được từ kết quả chồng chập DTM và DSM với chiều cao Lorey được tính toán qua phương trình (2) thể hiện bằng phương trình sau:

$$Y = 1,4321 * e^{0,246 * X} \quad (3)$$

Dựa vào phương trình (3) chiều cao Lorey cho toàn bộ dải rừng ngập mặn ở vịnh Vân Phong từ 1-4 m. Các cây có chiều cao lớn cũng phân bố tập trung ở khu vực Tuần Lễ. Khu vực Xuân Tự (xã Vạn Hưng, huyện Vạn Ninh) các cây có chiều cao thấp hơn và mật độ cây phân bố cũng thưa hơn.

3.2. Sinh khối trên mặt đất của rừng ngập mặn

Dựa vào phương trình (1) với chiều cao Lorey tính toán được, sinh khối trên mặt đất của dải rừng ngập mặn từ 6 tấn/ha đến 376 tấn/ha, giá trị trung bình ước đạt 185 tấn/ha. Khu vực Tuần Lễ nơi tập trung các cây cao (chiều cao Lorey lớn) cũng chính là khu vực có lượng sinh khối trên mặt đất lớn. Ngược lại, khu vực Xuân Tự chủ yếu là các cây thấp (chiều cao Lorey nhỏ) có lượng sinh khối trên mặt đất thấp.

Lượng carbon tích lũy ở rừng ngập mặn vịnh Vân Phong dao động từ 3 tấn C/ha đến 268 tấn C/ha, giá trị trung bình đạt khoảng 118,4 tấn C/ha. Với tổng diện tích khoảng 8,5 ha, lượng carbon tích lũy trong sinh khối rừng ngập mặn ở vịnh Vân Phong tương đối cao.

Kết luận

Kết quả ứng dụng ảnh UAV trong đánh giá sinh khối rừng ngập mặn ở vịnh Vân Phong đã xác định được lượng sinh khối trên mặt đất trong khoảng từ 6 tấn/ha đến 376 tấn/ha, giá trị trung bình là 185 tấn/ha. Lượng sinh khối trên mặt đất cao tập trung ở khu vực Tuần Lễ, đây cũng là nơi có chiều cao tán cây lớn. Chiều cao tán cây của dải rừng ngập mặn từ 1- 8 m, chiều cao Lorey là từ 1-4 m. Lượng carbon tích lũy trong sinh khối rừng từ 3 tấn C/ha đến 268 tấn C/ha, giá trị trung bình đạt 118 tấn C/ha. Sinh khối và trữ lượng carbon của rừng ngập mặn khu vực vịnh Vân Phong tương đối cao cho nên cần thiết phải có các chính sách bảo tồn và quản lý rừng ngập mặn tại đây theo cơ chế REDD+ một cách có hiệu quả.

Tài liệu tham khảo

- Anderson, K.; Gaston, K.J. Lightweight unmanned aerial vehicles will revolutionize spatial ecology. *Front. Ecol. Environ.*, 2013, 11, 138-146.
- Alongi, D.M. Carbon cycling and storage in mangrove forests. *Ann. Rev. Mar. Sci.* 2014, 6, 195-219.
- Cunliffe, A.M.; Brazier, R.E.; Anderson, K. Ultra- fine grain landscape-scale quantification of dry land vegetation structure with drone-acquired structure-from-motion photogrammetry. *Remote Sens. Environ.*, 2016, 183, 129-143.
- Chave, J.; Brown, A.C.S.; Cairns, M.A.; Cahmbers, J.Q.; Eamus, D.; Folster, H.; Fromad, F.; Higuchi, N.; Kira, T.; Lescure, J.P.; et al. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia* 2005, 145, 87-99.
- Donato, D.C.; Kauffman, J.B.; Murdiyarsa, D.; Kurnianto, S.; Stidham, M.; Kanninen, M. Mangroves among the most carbon-rich forests in the tropics. *Nat. Geosci.* 2011, 4, 293-297.
- Jones, A.R.; Segaran, R.R.; Clarke, K.D.; Waycott, M.; Goh, W.S.H.; Gillanders, B.M. Estimating mangrove tree biomass and carbon content: A comparison of forest inventory techniques and drone imagery. *Front. Mar. Sci.* 2020, 6, 784.
- Kauffman, J.B.; Donato, D.C. Protocols for the measurement, monitoring, and reporting of structure, biomass and carbon stocks in: *Mangrove Forests; CIFOR Working Paper; Center for International Forest Research: Bogor, Indonesia, 2012; pp. 1-86.*
- Komiyama, A.; Pongpan, S.; Kato, S. Common allometric equations for estimating the tree weight of mangroves. *J. Trop. Ecol.*, 2005, 21, 471-477.
- Li, X.; Gar-On Yeh, A.; Wang, S.; Liu, K.; Liu, X.; Qian, J.; Chen, X. Regression and analytical models for estimating mangrove wetland biomass in South China Using Radarsat Images. *Int. J. Remote Sens.*, 2007, 28, 5567-5582.
- McLeod, E.; Chmura, G.L.; Bouillon, S.; Salm, R.; Björk, M.; Duarte, C.M.; Lovelock, C.E.; Schlesinger, W.H.; Silliman, B.R. A blueprint for blue carbon: Toward an

- improved understanding of the role of vegetated coastal habitats in sequestering CO₂. *Front. Ecol. Environ.*, 2011, 9, 552-560.
- Mouloua, S.A.; Ferraro, J.; Mouloua, M.; Hancock, P.A.; Florida, C. Trend analysis of Unmanned Aerial Vehicles (UAV). *HFES Proc.*, 2018, 62, 1067-1071.
- Mudiyarso, D.; Widodo, M.; Suyanto, D. Fire risks in forest carbon projects in Indonesia. *Sci. China (Ser. C)* 2002, 45, 65-74.
- Navarro, A.; Young, M.; Allan, B.; Carnell, P.; Macreadie, P.; Ierodiaconou, D. The application of Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) to estimate above-ground biomass of mangrove ecosystems. *Remote Sens. Environ.* 2020, 242, 111747.
- Nguyễn Văn Thêm, 2001. Sinh thái rừng, Đại học Nông Lâm, TP. Hồ Chí Minh.
- Owers, C.J.; Rogers, K.; Woodroffe, C.D. Spatial variation of aboveground carbon storage in temperate coastal wetlands. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 2018, 210, 55-67.
- Picard, N.; Saint-André, L.; Henry, M. Manual for Building Tree Volume and Biomass Allometric Equations: From Field Measurement to Prediction; FAO: Roma, Italy, 2012.
- Panagiotidis, D.; Abdollahnejad, A.; Surovi, P.; Chiteculo, V. Determining tree height and crown diameter from high-resolution UAV imagery AU-Panagiotidis, Dimitrios. *Int. J. Remote Sens.* 2017, 38, 2392-2410.
- Phạm Văn Ngọt, Quách Văn Toàn Em, Nguyễn Kim Hồng, Trần Thị Tuyết Nhung, 2012. Vai trò của rừng ngập mặn ven biển Việt Nam, Tạp chí Khoa học ĐHSP TP. HCM, 33.
- Polat, N.; Murat, U. An Experimental Analysis of Digital Elevation Models Generated with Lidar Data and UAV Photogrammetry. *J. Indian Soc. Remote Sens.*, 2018, 46, 1135-1142.
- Simard, M.; Zhang, K.; Rivera-Monroy, H.V.; Ross, M.S.; Ruiz, P.L.; Castañeda-Moya, E.; Twilley, R.R.; Rodriguez, E. Mapping height and biomass of mangrove forests in Everglades National Park with SRTM Elevation Data. *Photogram. Eng. Remote Sens.*, 2006, 72, 299-311.
- Suwa, R.; Rollon, R.; Sharma, S.; Yoshikai, M.; Albano, G.M.G.; Ono, K.; Adi, N.S.; Ati, R.N.A.; Kusumaningtyas, M.A.; Kepel, T.L.; et al. Mangrove biomass estimation using canopy height and wood density in the South East and East Asian regions. *Est. Coast. Shelf Sci.*, 2020, 248, 106937.

APPLICATION OF UNMANNED AERIAL VEHICLE IMAGERY TO DETERMINE
THE ABOVE-GROUND BIOMASS OF MANGROVES IN THE VAN PHONG BAY
AREA, KHANH HOA PROVINCE

Nguyen Hoang Thai Khang^{1*}, Ngo Manh Tien¹, Tran Van Chung¹,
Nguyen Thi Kim Phi², Nguyen Thi Thuy Duong²

¹Institute of Oceanography, VAST

²Center for Research - Application of Science and Technology, HCM, Vietnam

*nguyenhoangthaikhang@gmail.com

Abstract. Assessing mangrove biomass helps us understand the processes and changes that are taking place within mangroves. Today there are many methods to estimate the above-ground biomass of mangroves, one of which is the use of Unmanned Aerial Vehicle (UAV) images. The Digital Surface Model and Digital Terrain Model were created with high accuracy by the UAV imagery, allowing us to calculate the canopy height of the mangrove forest. The resulting canopy height ranges from 1- 8 m. The total average value of above-ground biomass of mangroves in the Van Phong bay area reached 185 tons/ha, and the average amount of carbon accumulated in the forest biomass reached 116.4 tons C/ha. The biomass and carbon stocks here are relatively high, so it is necessary to have effective policies to conserve and manage mangrove forests in Van Phong Bay under the REDD+ mechanism.

Keywords: Mangroves, UAV, Van Phong.