

統一編號：  
2008900413

# 台灣土地研究

## Journal of Taiwan Land Research

第二十七卷第一期

Vol. 27, No. 1

民國一十四年二月

2025 February

### 目錄 CONTENTS

土地法第34條之1第2項的通知或公告義務—以多數共有人出賣前的通知義務為主 黃健彰.....	1
<b>Duty of Notification or Announcement according to Paragraph II of Article 34-1 of the Land Act: Focus on Duty of Notification before Majority Co-owners' Sale</b> Chien-Chang Huang	
基於大數據與深度學習法之高速公路高乘載車輛車道績效評估 鍾智林 潘嘉宜.....	35
<b>Performance Assessment of Freeway HOV Lanes via Big Data and Deep Learning</b> Chih-Lin Chung, Chia-Yi Pan	
運用衛星影像進行六龜區域崩場地景監測與影響因素分析 王韻皓 謝漢欽 林政融 廖學誠.....	57
<b>Monitoring and Susceptibility Assessment of Landslides in the Liouguei Area Using Satellite Imagery</b> Uen-Hao Wang, Han-Ching Hsieh, Zheng-Rong Lin, Shyue-Cherng Liaw	

定價／新台幣300元

ISSN 1609-2554  
DOI:10.6677/JTLR

第二十七卷第一期 民國一十四年二月  
Volume 27 No.1 2025 February

# 台灣土地研究

## Journal of Taiwan Land Research

台灣土地研究 第二十七卷第一期 Journal of Taiwan Land Research

Vol.27/No.1 2025.2

國立政治大學地政系、國立臺北大學不動產與城鄉環境學系

國立臺北大學學術叢叢之一

國立政治大學地政系、國立臺北大學不動產與城鄉環境學系  
國立臺北大學獎勵補助

# 台灣土地研究

## Journal of Taiwan Land Research

(原名「台灣土地科學學報」)

### 編輯委員會

主編	白仁德 黃金聰 游舜德	國立政治大學地政學系 國立臺北大學不動產與城鄉環境學系 國立臺北大學不動產與城鄉環境學系
----	-------------------	--

### 編輯委員 (依姓氏筆劃順序排列)

李長晏	國立中興大學國家政策與公共事務研究所教授兼任主任秘書
李建良	中央研究院法律研究所特聘研究員兼任所長
林子平	成功大學建築學系特聘教授
林建元	財團法人都市發展與環境教育基金會榮譽會長
林皆興	義守大學公共政策與管理學系教授
林峰田	成大研究發展基金會特聘研究員
林祖嘉	國立政治大學經濟學系退休教授
林登秋	國立臺灣師範大學生命科學系特聘教授
林楨家	國立台灣大學地理環境資源學系教授
洪啟東	銘傳大學都市規劃與防災學系教授兼任設計學院院長
洪榮宏	國立成功大學測量及空間資訊學系教授
張學聖	國立成功大學都市計劃學系特聘教授
陳良健	國立中央大學太空及遙測研究中心教授
陳明吉	國立政治大學財務管理學系教授
陳彥仲	國立成功大學都市計劃學系特聘教授
湯京平	國立政治大學政治學系教授
程天富	新加坡國立大學商學院房地產系教務長講座教授
馮正民	國立交通大學交通運輸研究所教授
楊名	國立成功大學測量及空間資訊學系教授
楊松齡	中國文化大學都市計劃與開發管理學系主任兼環境設計學院院長
鄒克萬	國立成功大學都市計劃學系教授
盧秋玲	德明財經科技大學校長
	國立台灣大學財務金融系專任講座教授
蕭新煌	中央研究院社會學研究所特聘研究員
	國立中央大學客家學院客家語文暨社會科學學系校聘講座教授
謝哲勝	國立中正大學法律學系暨研究所教授
韓仁毓	國立臺灣大學土木工程學系教授

執行編輯	蔡佳惠 戴麒軒	國立臺北大學不動產與城鄉環境學系 國立政治大學地政學系
------	------------	--------------------------------

發行所 國立臺北大學不動產與城鄉環境學系  
新北市三峽區大學路151號

國立政治大學地政學系  
臺北市文山區指南路2段64號

印刷所 惠文設計印刷有限公司 臺北市中正區青島西路11號7樓

## 稿約

- 本刊以刊登與(1)土地與空間演化、(2)土地與管理技術、(3)土地與法制結構、(4)不動產開發及(5)空間資訊與測量等五大主題有關之學術論文、應用實例及書評為主。每半年出版一期。
- 投稿本刊之文稿以未在國內外發表之文稿為限，每篇篇幅(含圖表)以不超過二十頁為原則。
- 經本刊編輯委員會審查通過之文稿，送廠排印後將請各著作人校稿。審查後不適刊登之文稿，由編輯委員會退還原作者。
- 文稿經本刊發表後，將由本刊贈送作者當期刊兩本及論文抽印本二十份。不需要抽印本者或需要增印抽印本者請事先聲明，增印費用由作者自行負擔。
- 有關文稿撰寫方式，請參閱「投稿須知」。
- 本刊全年徵稿，來稿請由線上投稿系統投稿，網址：<https://www.ipress.tw/J0229>。

# 台灣土地研究

## Journal of Taiwan Land Research

第二十七卷第一期

民國一一四年二月

Vol. 27, No. 1

2025 February

### 目 錄

### CONTENTS

土地法第34條之1第2項的通知或公告義務—以多數共有人出賣前的通知義務為主 黃健彰.....	1
<b>Duty of Notification or Announcement according to Paragraph II of Article 34-1 of the Land Act: Focus on Duty of Notification before Majority Co-owners' Sale</b> Chien-Chang Huang	
基於大數據與深度學習法之高速公路高乘載車輛車道績效評估 鍾智林 潘嘉宜.....	35
<b>Performance Assessment of Freeway HOV Lanes via Big Data and Deep Learning</b> Chih-Lin Chung, Chia-Yi Pan	
運用衛星影像進行六龜區域崩場地景監測與影響因素分析 王韻皓 謝漢欽 林政融 廖學誠.....	57
<b>Monitoring and Susceptibility Assessment of Landslides in the Liouguei Area Using Satellite Imagery</b> Uen-Hao Wang, Han-Ching Hsieh, Zheng-Rong Lin, Shyue-Cherng Liaw	



## 土地法第34條之1第2項的通知或公告義務 —以多數共有人出賣前的通知義務為主\*

黃健彰\*\*

論文收件日期：113年04月11日  
論文修稿日期：113年08月11日  
論文接受日期：113年10月01日

### 摘 要

土地法第34條之1第2項的通知義務，對多數共有人與他共有人影響甚大。就該通知義務的功能與時點，既有的見解不一；該通知是否為優先購買權的通知，也不明確。本文著重於相關當事人的利益衡量及結果導向的思維方式。

以多數共有人的通知義務作為保護他共有人之機制的緣由，在於不使他共有人喪失原有受通知而知悉的機會，並基於風險高而有利益衝突之虞的考量。多數共有人應於出賣共有不動產之前合理期間，依土地法第34條之1第2項規定通知。該通知的功能在於使他共有人就對價等事項有表示意見的機會或預為其他安排。為發揮通知的功能，該通知的內容，應至少包含多數共有人願意承諾的買賣標的物、價金與多數共有人的姓名。該條第2項並非優先購買權通知的規定。

關鍵詞：土地法第34條之1、多數共有人、通知義務、依法處分他人財產、資訊提供義務、優先購買權

---

\* 感謝匿名審稿人就本文提供寶貴意見，並感謝助理洪品毅與高祥閔協助研究、才文淇協助查詢部分中文文獻英譯、林依璇協助部分校對。

\*\* 教授，國立臺北大學不動產與城鄉環境學系，TEL：(02)86741111#67416，  
E-mail：clement@mail.ntpu.edu.tw。

# Duty of Notification or Announcement according to Paragraph II of Article 34-1 of the Land Act: Focus on Duty of Notification before Majority Co-owners' Sale

Chien-Chang Huang\*\*

## ABSTRACT

Duty of notification according to Paragraph II of Article 34-1 of the Land Act impacts majority co-owners and other co-owners a lot. Existing viewpoints on the function and timing of this duty of notification vary; whether this notification is the notification of a right of first refusal is also unclear. The interests of the concerned parties and the result-oriented mode of thinking are emphasized.

The reason for taking the duty of notification by majority co-owners as a mechanism to protect other co-owners lies in ensuring that other co-owners do not lose the original opportunity to be informed by notification and in considering high risks and potential conflict of interests. Majority co-owners shall, within a reasonable period before selling co-owned real estate, comply with the notification requirement as stipulated in Paragraph II of Article 34-1 of the Land Act. The function of the duty is to provide other co-owners with the opportunity to express their opinions on matters such as the sale price or make other arrangements in advance. To make the duty functional, the content of the notification should at least include the object and price, that majority co-owners are willing to accept, as well as the names of majority co-owners. Paragraph II of the said Article is not the provision about the right of first refusal notification.

**Keywords:** Article 34-1 of the Land Act, majority co-owners, duty of notification, lawful disposal of others' property, duty of providing information, right of first refusal

---

\*\* Professor, Department of Real Estate and Built Environment, National Taipei University.  
TEL: +886-2-86741111#67416, E-mail: clement@mail.ntpu.edu.tw.

## 一、引言

土地法第34條之1第1項規定：「共有土地或建築改良物，其處分、變更及設定地上權、農育權、不動產役權或典權，應以共有人過半數及其應有部分合計過半數之同意行之。但其應有部分合計逾三分之二者，其人數不予計算。」第2項規定：「共有人依前項規定為處分、變更或設定負擔時，應事先以書面通知他共有人；其不能以書面通知者，應公告之。」第5項規定：「前四項規定，於共同共有準用之。」前開處分、變更或設定負擔的原因，以買賣為最重要。在因買賣而處分的情形，第2項規定的通知或公告義務，對多數共有人（即同意處分的共有人）<sup>1</sup>與少數共有人（即未同意處分的共有人<sup>2</sup>，或稱他共有人）影響甚大；如因通知或公告，而延宕處分的進行，則對買受人亦有影響。本文聚焦於多數共有人於出賣情形的通知義務；分別共有與共同共有均在探討範圍。

該通知義務有許多待探討之處。首先，關於該通知的功能，學說與實務見解甚為分歧：有認為僅係使他共有人知悉有處分等事實，既不須其同意，該通知僅具形式意義，並無任何實質效果<sup>3</sup>；有認為只是為確保他共有人應得對價或補償取得權及優先購買權<sup>4</sup>；有認為乃俾利他共有人得事先籌款以資購買<sup>5</sup>，甚至僅為敦促他共有人是否行使優先購買權<sup>6</sup>；但有認為其目的在於使他共有人知悉其所有權將被依法出賣，此與優先購買權的通知有別<sup>7</sup>。

1 所稱多數共有人，在該條第1項但書的情形，人數可能比未同意處分的共有人少或僅1人。

2 本文於此使用「未同意處分的共有人」一詞，而不使用「不同意處分的共有人」一詞，係因語意上更能明顯包含對處分表示不同意與未表示意見的共有人。

3 吳光陸，「土地法第三十四條之一第一項之商權」，法學叢刊，第34卷第4期，頁44，1989年10月。

4 謝哲勝，土地法，頁124，翰蘆，2020年10月，4版。

5 陳明燦，土地法導論，頁155，自版，2023年8月，4版；該書未明示此所謂購買是否係行使優先購買權。陳忠五，「多數共有人未通知少數共有人行使優先承買權而處分共有土地的契約責任—最高法院109年度台上大字第2169號裁定簡析」，陳忠五編，共有關係法律問題研究（下），頁98，元照，2023年6月，則認為該通知義務「亦寓有保障少數共有人權益，俾其知悉得以行使優先承買權的用意」；該文使用「亦寓有……的用意」之文字，似認該通知義務表面上並非或未必是優先購買權的通知義務。

6 臺灣高等法院100年度上字第5號民事確定判決。

7 陳立夫，「土地法裁判精選—依土地法第34條之1第1項規定出賣共有土地之通知」，月旦法學雜誌，第326期，頁188，2022年7月；吳從周、何奕萱，「『共有人出賣共有物違反優先承購權通知義務』案—評最高法院109年度台上大字第2169號民事裁定」，吳從周編民事大法庭



關於該通知的功能，最高法院107年度台上字第766號民事判決針對他共有人請求多數共有人給付價金一案，認為：「按權利成立時，未必即為債權人可得行使權利之時。民法第128條規定：……，所謂請求權可行使時，乃指權利人得行使請求權之狀態而言。又依土地法第34條之1第2項規定：……；第3項規定：『第一項共有人，對於他共有人應得之對價或補償，負連帶清償責任。於為權利變更登記時，並應提出他共有人已為受領或為其提存之證明』。即為處分等行為之共有人對於未為處分等行為之共有人負有通知或公告之法律上義務，以維護後者之權益。本件洪高O子等17人處分時，未向被上訴人為合法通知或公告，為原審合法認定之事實，則其等未盡通知或公告之義務，被上訴人因未受通知或公告，而未得行使系爭價金請求權，上訴人自不得為時效抗辯。」該判決所稱「維護後者之權益」為何，不甚明確，但似指（或至少似包含）他共有人的價金請求權<sup>8</sup>，且與是否罹於時效有關<sup>9</sup>。

同案最高法院105年度台上字第1988號民事判決亦認為，他共有人得對於多數共有人行使應得對價或補償請求權之時，乃其受多數共有人依土地法第34條之1第2項書面通知或公告之時，並以此時為他共有人行使應得對價或補償請求權的消滅時效起算點，<sup>10</sup>進而認為他共有人「究於何時或有無受通知或公告，原審自應調查審認」。若採上開見解，多數共有人合法通知或公告之時，則有「認定他共有人得行使應得對價或補償請求權之時，以及認定應得對價或補償請求權之消滅時效起算點」的功能。

其次，關於應通知的時點，土地法第34條之1第2項規定不甚明確，該條執行要點第8點第1款亦僅規定：「部分共有人依本法條規定為處分、變更或設定負擔前，

---

裁定選評，頁54，自版，2023年8月。

8 「按權利成立時，……，以維護後者之權益。」此部分為該判決論述的大前提。該判決此論述的大前提引用土地法該條第3項時，未引用該項後段規定，應係有意特別引用該項前段與中段，但該項前段與中段，並非該判決所稱「即為……通知或公告之法律上義務」的規定，故該判決所稱「後者之權益」，似即為（或至少似包含）他共有人基於該項前段與中段規定的權益，尤其該判決接續稱他共有人「因未受通知或公告，而未得行使系爭價金請求權」，更可確認之。

9 因為該判決針對土地法該條第2項與第3項為論述與涵攝之前，先引用時效起算點的規定；且該判決針對土地法該條第2項與第3項為論述與涵攝之後，得出「自不得為時效抗辯」的結論。

10 謝在全，民法物權論（上），頁386，自版，2023年9月，修訂8版，參照此判決而認為：他共有人已受通知者，其對價或補償給付請求權的消滅時效，即以受通知時起算。



應先通知他共有人。」有認為土地法第34條之1第2項所稱「事先以書面通知他共有人」，就法意言，宜於訂定契約前通知他共有人，<sup>11</sup>但未明示是否係指訂定債權契約前；有認為應於買賣契約成立前為之；<sup>12</sup>但有認為應於訂立債權契約後，於辦理物權行為前通知他共有人較為適法，良以有債權契約始有具體的處分內容，如無具體契約內容，他共有人即無從主張優先購買或作其他盤算；<sup>13</sup>另有認為該通知原未必指「出賣之後處分之前」，若係指「出賣之前應經會商」，則對於去除「密行議約，而突擊性通知處分」的弊端，將不無幫助。<sup>14</sup>

再者，多數共有人依土地法第34條之1第2項規定通知他共有人後，出賣事務的進行有各種不同階段，細項甚多，是否亦係該條文所定應以書面通知或公告的射程範圍？如採否定見解，他共有人是否有權瞭解出賣事務的進行？此為應通知時點的相關問題，亦有待研究。

由於以上欲探討問題涉及之點已不少，故本文就土地法第34條之1第2項應通知的內容與登記機關的審查，僅在探討以上欲探討問題的必要範圍內略述，亦即僅探討：為發揮通知的功能，通知的內容至少應包含哪些？從通知的功能以觀，通知前，他共有人如已知悉，則多數共有人申請權利變更登記時，登記機關審查時是否應要求檢附何種文件？且本文基本上不探討以下議題：應以「書面」通知的理由、書面通知的具體方式<sup>15</sup>，以及違反通知義務的效果<sup>16</sup>。又本文係研究現行該項規定

---

11 內政部69年5月3日臺內地字第21203號函（引自焦祖涵，土地法釋論，頁222，三民，2002年8月，增訂3版）。

12 陳立夫，「土地法裁判精選—依土地法第34條之1第1項規定出賣共有土地之通知」，月旦法學雜誌，第326期，頁188，2022年7月。

13 林旺根，「土地法第三十四條之一爭議問題及解決」，月旦法學雜誌，第210期，頁90，2012年11月；高欽明，共有土地處分實務與技巧：土地法第34條之一，頁109-112，永然，2024年1月，16版。

14 溫俊富，「土地法第三十四條之一之省思—以共有不動產之處分為中心」，銘傳大學法學論叢，第17期，頁92，2012年6月。

15 就此，土地法第三十四條之一執行要點第8點第2款規定：「書面通知應以雙掛號之通知書或郵局存證信函，送達……。」

16 從而：1.針對「該通知並無任何實質效果」的前述學說，本文僅在探討通知功能的範圍內回應。2.陳立夫，土地法釋義（一），頁87，元照，2021年9月，3版，認為該項規定屬強制規定，係法律課予多數共有人對不動產處分時的外在限制（必要條件、前提要件之一），並非共有人間的內部權利義務關係，故共有人如違反該通知義務，他共有人得主張共有人將其不動產權利（應有部分）為處分的部分自始無效；王千維，應有部分之物權性與分別共有人相互間之債之關係，頁37，新學林，2017年9月，則認為縱未踐行該通知程序，對其所為處分的

應如何解釋、適用，而非立法論。本文著重於相關當事人的利益衡量及結果導向的思維方式；其中，結果導向於此是指：著眼解釋、適用該項規定所帶來的效果，並從這些效果來評估應如何解釋、適用該項規定<sup>17</sup>。

因土地法第34條之1第2項是基於第1項而來，故本文以下第二部分先論述同條第1項的立法意旨；第三部分再闡釋同條第2項以多數共有人的通知義務作為保護他共有人之機制的緣由有二：「不使他共有人喪失原有受通知而知悉的機會」、「基於風險高而有利益衝突之虞的考量」；第四部分以第二部分與第三部分為基礎，具體闡述多數共有人應於出賣共有不動產前合理期間，依該項規定通知他共有人，以使其有陳述意見的機會或預為其他安排；第五部分指出同條第2項並非優先購買權通知的規定；第六部分總結全文，提出本文結論。

## 二、土地法第34條之1第1項的立法意旨

為便利不動產所有權的交易，解決共有不動產的糾紛，增進公共利益，故土地法第34條之1第1項有多數共有人處分的規定。<sup>18</sup>詳言之，多數共有人與少數共有人就該不動產為分別共有或共同共有關係，縱使在分別共有的情形，應有部分得自由處分（民法第819條第1項），但相較於出賣整宗不動產，則不易以較佳的價格尋得有意買受之人<sup>19</sup>。分割則未必能迅速而妥適解決共有不動產的糾紛，因為現行分割制度有以下情形：如為共同共有，則在共同關係存續中，不得請求分割共同共有物

---

效力仍不生影響，僅生就因此所致對他共有人的損害，基於通知之附隨義務的違反，於具歸責事由時，應負不完全給付的債務不履行責任。本文就此爭議不予探討。

17 關於結果導向，詳參張永健，社科民法釋義學，頁55-57，新學林，2020年8月；許政賢，「契約結果導向的司法控制—初探民事裁判結果導向案例」，民事法學與法學教育，頁3-79，元照，2014年5月。此可納入目的解釋等法學方法的一環。

18 參閱司法院釋字第562號解釋理由書。1975年增訂本條的理由謂：「一、本條新增。二、共有物之處分，依民法第八百十九條、第八百二十八條規定，應得全體共有人之同意，分割為處分行為之一種，故民法第八百二十四條規定分割共有物，須經共有人協議分割，無法協議暫訴請法院判決之。惟事實上，共有物之分割或其他處分，遭遇困難極多，非但人民深以為苦，政府施政亦常受其阻礙。三、為解決共有不動產之糾紛，促進土地利用，便利地籍管理及稅捐課徵，增訂本條文。」參閱立法院法律系統，<https://lis.ly.gov.tw/lglawc/lawsingle?002C78E9A10400000000000000001400000000400FFFFFD00^01150064071500^0004D001001>（最後瀏覽日：2024年8月11日）。

19 參照最高法院111年度台上字第1136號民事判決：「出售土地全部或應有部分，於市場上會有價差，乃一般人經驗」。

黃健彰：土地法第34條之1第2項的通知或公告義務—以多數共有人出賣前的通知義務為主

（民法第829條）。如為分別共有，則共有人時有未能全體同意而無從協議分割的情形；調處分割後，亦不乏不服調處而起訴的情形；<sup>20</sup>任一共有人原則上雖得訴請分割（民法第823條與第824條第2項序文），但分割訴訟曠日廢時，且以原物分割為原則（例外為民法第824條第2項第2款規定之「原物分配顯有困難時」），不免有較不符規模經濟的情形，<sup>21</sup>法院如判決變價分割，斯時則面臨未必有人應買或價格普遍不佳的情形。

因此，在多數共有人出賣共有不動產的情形，該不動產上的數共有人之間，整體而言具雙邊獨占的情形，亦即多數共有人只能與他共有人協議，而生市場失靈，故法律介入限制他共有人的權利，從而有土地法第34條之1第1項多數共有人處分的規定。<sup>22</sup>

### 三、以通知義務作為保護他共有人之機制的緣由

就共有不動產因出賣而處分，如要求共有人全體同意始得為之，有「以小吃大」的缺點；如多數共有人即可為之，則有「以大吃小」的缺點。因此，制度形塑上應避免極端，詳言之，依土地法第34條之1第1項至第3項規定，多數共有人即可出賣共有不動產，但負有通知等義務。多數共有人無論以低價或高價出賣，他共有人得適用、目的性擴張或類推適用該條第4項規定而行使優先購買權<sup>23</sup>，多數共有人就此亦有通知義務<sup>24</sup>；該優先購買權係對他共有人的存續保障，限制多數共有人

20 參閱例如臺灣高等法院臺中分院110年度上字第114號民事確定判決一案。

21 判決分割共有土地時，往往造成碎地，詳參張永健，法實證研究：原理、方法、應用，頁148-152，新學林，2022年2月，2版。共有土地分割訴訟曠日廢時，以及原物分配在法律審心中超乎想像的份量，詳參蘇永欽，「全輪的共有物分割制度」，台灣法學雜誌，第155期，頁38-39，2010年7月1日。

22 參閱高雄市政府地政局，共有土地處分專題研究，頁252，自版，2013年12月，謝哲勝教授的發言。Marshall E. Tracht（2000：67）進一步提及：法律建構一系列的預設任意規定（default rules）與退出選擇權（exit option）以緩和共有關係的雙邊獨占問題。

23 綜合參閱最高法院78年度第12次民事庭會議決議（一）、同院109年度台上大字第2169號民事大法庭裁定；黃健彰，共有不動產處分與優先購買權，頁41-45，元照，2023年6月，4版；陳立夫，土地法釋義（一），頁103-107，元照，2021年9月，3版；黃茂榮，買賣法，頁89，自版，2015年3月，增訂7版。此時究竟是適用、目的性擴張抑或類推適用該規定，不在本文探討範圍。

24 但土地法第34條之1第2項並非優先購買權通知義務的規定，詳後述。

的締約相對人選擇自由<sup>25</sup>。綜上，該條可謂並未賦與多數共有人自由出賣共有不動產的完整權利。他共有人的保障，不是只有應分配到的對價或補償而已；該條第2項通知義務的規定，係制度形塑上避免極端的機制之一。

司法院釋字第562號解釋理由書指出：「土地法第三十四條之一第一項至第五項……其立法意旨係在於兼顧共有人之權益範圍內，排除民法第八百十九條第二項、第八百二十八條第二項規定之適用，以便利不動產所有權之交易，解決共有不動產之糾紛，促進共有物之有效利用，增進公共利益。」似認土地法第34條之1第2項關於通知義務規定的立法意旨係在於兼顧共有人之權益。有學說認為：「土地法第34條之1第2項規定，乃是法律為達成同條第1項規定之立法目的，爰於限制他共有人之財產權及契約自由（憲法第15條、第22條、第23條參照）之同時，並考量保護他共有人之權益，而課予共有人代為處分他人財產權時，其在程序上應踐行之法定義務」。<sup>26</sup>土地法第34條之1第2項是第1項的輔助規定<sup>27</sup>，乃為保護他共有人的共有權<sup>28</sup>。最高行政法院110年度上字第370號判決尚認為：「土地法第34條之1第1項規定以限制少數共有人所有權之方式，以增進公共利益，……，多數共有人倘已得依土地上開規定處分其共有物時，其利益固可謂已受保護，然少數人之利益，此際，即必須兼顧，是其首先應獲有同條第2項及第3項之程序上之保障。」<sup>29</sup>不過，為何以同條第2項所定通知義務，作為避免極端的機制之一？少數人之利益固然必須兼顧，但保護其利益的機制不一而足，為何應獲有包含同條第2項所定通知在內之程序上保障？亦即其緣由為何？因既有直接相關的學說不多，故以下除就此予以回應外，尚以國內外間接相關的見解為線索，開展以下論述：

### （一）與每一共有人的權益息息相關，以示慎重？

有學說認為：共有不動產的處分、變更或設定負擔，雖無庸共有人全體之同意，但因不動產係共有人全體共有，與每一共有人的權益息息相關，故有土地法

25 參閱黃健彰，不動產優先購買權總論，頁8-9，元照，2023年1月，3版。

26 陳立夫，「土地法裁判精選—依土地法第34條之1第1項規定出賣共有土地之通知」，月旦法學雜誌，第326期，頁187，2022年7月。

27 陳榮傳，實用民法物權，頁169，五南，2021年9月，2版。

28 謝在全，分別共有內部關係之理論與實務，頁2、56，自版，1995年1月。其並謂：共有人基於應有部分，在共有物上所享有的權利，統稱共有權。

29 該見解與以下文獻相似：謝在全，民法物權論（上），頁383，自版，2023年9月，修訂8版。不過，該書就此未使用「首先」二字。



第34條之1第2項的規定，以示慎重。<sup>30</sup>本文則認為，共有不動產的處分、變更或設定負擔，雖與每一共有人的權益息息相關，但其實例如共有不動產的保存（民法第820條第5項），亦可謂與每一共有人的權益息息相關，但為何並無類似土地法該條項事先通知的規定，以示慎重？<sup>31</sup>尤其上開學說認為土地法同條第1項所定變更，包含不影響他共有人利益的情形，且未提及此情形不適用同條第2項規定；<sup>32</sup>故上開學說似非因共有不動產的處分、變更或設定負擔，對他共有人利益影響較大，故認為同條第2項有事先通知的規定。本文認為，如以「與每一共有人的權益息息相關」為由，說明同條第2項規定，雖難謂有誤，但尚不足以較精確地充分說明「保護他共有人利益的機制不一而足，為何應獲有包含同條第2項在內之程序上保障」的上開問題。

## （二）不使他共有人喪失原有受通知而知悉的機會

如前所述，倘僅以「與每一共有人的權益息息相關，以示慎重」為由，雖然尚難以較精確地充分說明「以多數共有人的通知義務，作為保護他共有人之機制的緣由」，但上開學說中「雖無庸共有人全體之同意」一句，仍提供思考的線索。在不考慮土地法第34條之1規定的情形，基於任何人不得處分大於自己權利的原則，多數共有人原無處分共有物的權利。依民法第819條第2項與第828條第3項規定，如欲處分共有物，原則上應得共有人全體同意。所謂全體同意，並未要求會商（開會商議）；多數共有人欲處分共有不動產，將欲處分的內容通知他共有人，如他共有人表示同意，亦為全體同意。同意處分部分共有人雖無通知他共有人的義務；但如不通知，則他共有人很可能不知悉部分共有人欲處分的內容，而未表示同意，從而未符合規定。同意處分部分共有人為取得全體同意，會通知他共有人會商或將欲處分的內容通知他共有人。

土地法第34條之1第1項賦與多數共有人處分共有不動產的權利，針對因出賣而處分而言，在於便利不動產所有權的交易，解決共有不動產的糾紛等，已如前述。賦與多數共有人因出賣而處分共有不動產的權利，不應超出此規範目的；賦與該權利，僅是在避免無從達成全體同意而使不動產淪為無效率，不應使他共有人喪失原有受通知而知悉部分共有人欲處分共有不動產的機會。不過，如前所述，在民法第819條第2項與第828條第3項規定的情形，本來就沒有要求共有人會商，故土地法第34條之1第2項未規定會商，其實與之一致。

30 參閱溫豐文，土地法，頁126-127，自版，2023年6月，修訂版。

31 保存行為常須急速為之，如認為應事先通知始得為之，有所未妥。

32 參閱溫豐文，土地法，頁124、126-127，自版，2023年6月，修訂版。

### (三) 基於典型忠實義務或忠誠義務的要求？

有學者於論述民法第820條共有物的管理時，以土地法第34條之1第4項等規定為據，認為：除了合夥人相互間、合夥人對合夥組織有忠誠義務（保護照顧義務）以外，分別共有人相互間具一定的牽連性，基於對共有物的共同支配及誠信原則，分別共有人相互間、分別共有人對分別共有團體亦有負擔忠誠義務（保護照顧義務）的可能性。其論述土地法該條第2項規定時，雖未提及忠誠義務，但認為土地法該條第1項的立法目的乃在促進共有不動產的利用，以致排除全體同意的原則，進而與民法第820條第1項的規範意旨相類；分別共有人未踐行土地法該條第2項所定通知程序，於具歸責事由時，應負民法第227條之責任。<sup>33</sup>有學者以忠誠義務說明：法律賦予多數共有人處分共有不動產之權，多數共有人仍應為了全體共有人的利益（當然包括少數共有人的利益）而處分，故土地法該條的處分不包括無償處分<sup>34</sup>。從而，不排除引發以下疑義（下稱前揭疑義）：我國的分別共有人與共同共有人（例如合夥人）有無忠實義務或忠誠義務，而為土地法該條第2項通知義務的緣由？

國外學說方面，有學者認為：為減緩前述共有人之間的雙邊獨占問題，共有人可能被認為處於忠實關係（fiduciary relationship），法律藉由禁止部分共有人以犧牲其他共有人利益的方式得利，從而調整共有人間的利益；不過，該學者對於在共有人之間的部分或全部情形適用忠實義務或其中的忠誠義務（a duty of loyalty），仍有疑問。<sup>35</sup>另有學說認為，誠信的要求是介於忠實義務與不積極詐欺義務之間，而誠信的要求更適合於共有關係，因單一共有人較無權拘束其他共有人，故共有人

33 王千維，應有部分之物權性與分別共有人相互間之債之關係，頁32-33、37、93-96，新學林，2017年9月。關於分別共有人的忠誠義務，臺灣高等法院臺中分院108年度上字第300號民事判決亦謂：「按民法第820條於98年間修法時，除慮及如何促進共有物有效利用之必要，故就共有物之管理，改以多數決之方式行之外，為調和少數共有人之權益，同時在該條第2至4項增設……，此乃防止權利濫用之具體化，且因分別共有制度，乃數共有人按其各自所擁有之應有部分比例共有一物之所有權，而共享共有物之經濟利益，形同因彼此權利依各自應有部分比例聚集在共有物上而形成分別共有團體，故前揭各項規定實隱含有禁止共有人違反其等因各得對共有物行使相關權利所生之相互容忍與保護照顧之忠誠義務，是縱共有人得以多數決來決定共有物之管理方式，但其決定仍不得欠缺合理的壓縮未同意共有人對共有物之權利，以致逾越因共有而共享權益之精神。」但同案最高法院110年度台上字第1623號民事判決（並未提及忠誠義務）將上開判決部分廢棄。

34 參閱高雄市政府地政局，共有土地處分專題研究，頁224，自版，2013年12月，謝哲勝教授的發言。

35 See Marshall E. Tracht, 2000: 67, 70.

之間並無忠實義務（如有合夥等關係除外），但仍有某程度較高的義務，而有義務為誠實或公平的交易。<sup>36</sup>更有學說認為，共有人的權利交織在一起，以致於一共有人任何權利的行使都有危害或妨害其他共有人的潛在性；共有人有有限制的忠實義務，例如在因其他共有人得利的情形，應有資訊揭露義務。<sup>37</sup>該等國外學說雖非針對多數共有人出賣情形的通知義務而論述，但此亦不排除引發前揭疑義。

按典型的忠實義務或忠誠義務人（例如信託的受託人）應不為己利。<sup>38</sup>如僅有前述保護照顧義務，而未要求不為己利，尚非典型的忠誠義務，故前述我國學者所稱忠誠義務，並非典型的忠誠義務。本文認為，多數共有人就共有不動產處分、變更或設定用益物權，畢竟是同時處理自己與他人事務，且多數共有人的應有部分或潛在應有部分至少過半數，故其實就不動產的物權關係而言，可謂主要是處理自己事務，除非例如在共同共有的情形，依特定共同關係而認為有典型的忠實關係，否則難以「要求不為己利，而有典型的忠實義務或忠誠義務」。至於前述忠實義務、忠誠義務相關論述對本文的啟發，詳後述。

#### （四）基於風險高而有利益衝突之虞的要求

雖然多數共有人就共有不動產處分、變更或設定用益物權，對於他共有人未必有典型的忠實義務，已如前述。不過，忠實義務的本質是：忠實義務人的權限大，託付人的風險因而升高；託付人易受損害是忠實關係的結構及其本質所造成，忠實義務人獲得的授權，既能使忠實義務人為有利於託付人的事，也能使忠實義務人為有害於託付人的事；基於權責相符的法理，課予被信賴託付的一方較重的義務（即忠實義務），<sup>39</sup>此仍具啟發性。託付人在此是指忠實義務人所負義務的對象，託付未必是託付人所為；忠實義務人獲得授權，可基於法律規定。<sup>40</sup>前述學說提及「共有人的權利交織在一起」，與前揭共有人相互間具緊密牽連性的見解呼應；而「部分共有人以犧牲其他共有人利益的方式得利」等觀點，亦值重視。

36 See Kristen E. Bell, 2008: 166-167.

37 See Alan M. Weinberger, 1994: 1767-1798.

38 謝哲勝，「忠實關係與忠實義務」，財產法專題研究（三），頁139-140、146-147，自版，2002年3月。此亦為前述不分割忠誠的要求。

39 綜合參閱謝哲勝，「忠實關係與忠實義務」，財產法專題研究（三），頁121-154，自版，2002年3月；王文字，「公司負責人的受託義務—溯源與展望」，月旦民商法雜誌，第68期，頁5-22，2020年6月。後一文將忠實義務稱為受託義務。

40 綜合參閱謝哲勝，「忠實關係與忠實義務」，財產法專題研究（三），頁126-128，自版，2002年3月。



詳言之，多數共有人只要符合土地法第34條之1第1項規定，不須經他共有人同意（且他共有人連一般性的指示權限都無），即得就共有不動產處分、變更或設定用益物權，且處分、變更或設定用益物權的各種態樣甚多<sup>41</sup>。多數共有人權限大，他共有人財產權等權利被侵害的風險因而升高。

相較於多數共有人原本只能出賣其應有部分之所得（共同共有的情形，則無得自由處分的應有部分），多數共有人通常因連同出賣他人財產而得利（土地法第34條之1第1項規定之下，多數共有人是被授權者，就此並未禁止）。例如甲、乙、丙3人共有A地，應有部分均等，甲與乙分別出賣其應有部分，假設僅得各以8萬元售出；如甲與乙出賣共有不動產，通常得以逾24萬元的價格售出，甲與乙各得逾8萬元的部分即為得利。多數共有人處分共有不動產，就他共有人財產被處分的部分，是有權且自願處理他人事務，法律效果直接及於他共有人。他共有人自行出賣其應有部分時，也有不易高價出賣的情形；多數共有人出賣共有不動產，他共有人客觀上也可能因而得利。關於出賣共有不動產，他共有人可能認為不應出賣、不應於此時出賣、不應以該對價出賣、應連同其他客體一併出賣（例如相鄰的共有不動產）；相對的，多數共有人與他共有人也可能都希望高價出賣，故利害關係未必不同，但多數共有人與他共有人對高價的認知可能不同，而無論售價為何，他共有人均可能認為遭受不利益而不同意處分（雖可分配到價金）。<sup>42</sup>綜上，多數共有人因出賣而處分共有不動產，藉由有權處理他共有人的事務，而以犧牲他共有人利益之方式得利的風險高，無論多數共有人是否有忠實義務或忠誠義務，至少於此可謂有利益衝突<sup>43</sup>之虞。質言之，多數共有人因出賣而處分共有不動產，即有利益衝突之虞。

關於上開利益衝突之虞的解決，可由司法院釋字第770號解釋理由書獲得若干啟示。詳言之，該解釋理由書指出，就企業併購法現金逐出合併的規定，「基於權衡對未贊同合併股東之周全保障，及企業尋求發展與促進效率等考量，立法者至少應使未贊同合併股東及時獲取有利害關係之股東及董事有關其利害關係之資訊，…，始符憲法第15條保障人民財產權之意旨。」在多數共有人出賣共有不動產的情

---

41 處分、變更或設定用益物權的各種態樣，詳參陳立夫，土地法釋義（一），頁66-70，元照，2021年9月，3版。

42 甚至多數共有人可能需款孔急而以低價出售，亦不排除多數共有人與買受人有檯面下的利益輸送等情形。

43 參照謝哲勝，「忠實關係與忠實義務」，財產法專題研究（三），頁131，自版，2002年3月，認為忠實義務人利用所取得的授權以促進非託付人的利益，係屬利益衝突的問題。

形，通常與現金逐出合併同為「私人<sup>44</sup>在立法規定之下，未經他人同意，有權（原無該權限<sup>45</sup>）經多數決，使他人持分或類似持分財產權<sup>46</sup>喪失，且涉及有利益衝突之虞<sup>47</sup>」的情形。<sup>48</sup>無論買受共有不動產的人與多數共有人有無利害關係，由於多數共有人通常因連同出賣他共有人的財產而得利，而有利益衝突之虞，已如前述。而且，相較於未贊同合併的股東於合併前自行出賣其持股（例如認為在某時間點，其能以較高價格出售），他共有人如欲於財產被處分前自行出賣其應有部分，常較困難（較少人願意購買應有部分。在公司共有不動產的情形，甚至並無得自由處分的應有部分）。他共有人對於不動產財產權（甚至居住或遷徙自由等）的保障，應不亞於人民所持有公司股份的保障。基於權衡對他共有人的周全保障，及多數共有人促進效率等考量<sup>49</sup>，應使他共有人及時獲取有關資訊。

在現金逐出合併的情形，就併購交易有利害關係的董事或股東未必為多數，就合併的決定未必有絕對的優勢，且就併購交易有利害關係的董事或股東未必均贊同合併，未必因該合併而得利。在多數共有人出賣共有不動產的情形，多數共有人則是權限大而有權決定出賣、同意出賣且通常因而得利者，他共有人的風險高。依法處分他人財產的資訊提供義務，應考量造成風險的大小等因素。從而，課予多數共有人資訊揭露義務，應無不妥。

44 又共有不動產為公有或公私共有時，仍有土地法第34條之1規定的適用，參閱陳立夫，土地法釋義（一），頁63，元照，2021年9月，3版；謝在全，民法物權論（上），頁383，自版，2023年9月，修訂8版。此時，公法人是否享有基本權利，則有討論空間。不過，共有不動產為公有或公私共有的情形較少。

45 此係基於前述「任何人不得處分大於自己權利的原則」。在現金逐出合併的情形，最高法院107年度台上字第1834號與第2108號、110年度台上字第1835號民事判決尚認為：「本於處分權主義、私法自治及契約自由原則，多數股東若未得少數股東之同意，本無以現金購買少數股東股份之權利。」

46 關於持分財產權，參閱司法院釋字第770號解釋蔡明誠大法官提出的意見書。

47 現金逐出合併提供「掌握公司優勢資訊的大股東，利用股份價值未彰顯前，藉追求效率之名，驅逐少數股東而圖私利」的機會，是利益衝突極高的合併類型（周振鋒，「自雷亞案歷審判決析論我國法制下現金逐出合併規範之缺失」，全國律師，第25卷第5期，頁27-43，2021年5月）。當然，現金逐出合併可能以逐出少數股東為主要目的，有利益衝突之虞的情形，與本文所指多數共有人有利益衝突之虞的情形，不盡相同。

48 溫俊富，「土地法第三十四條之一之省思—以共有不動產之處分為中心」，銘傳大學法學論叢，第17期，頁94，2012年6月，認為在多數共有人出賣共有不動產的情形，可參考公司法等有關不同意多數決之少數人的補償及救濟機制（含公司合併時股份收買請求權的規定），建立公開透明的價格決定機制與事後的爭議救濟機制。不過，該文末提及本文此部分所述的內容。

49 前述土地法第34條之1第1項的立法意旨，即有促進效率等考量。

不過，在現金逐出合併的情形，就特重效率的股份有限公司（企業併購法第1條與第4條第1款等規定參照），其較有能力建置及時且有效提供資訊的機制，依前開解釋理由書末段的意旨，就董事或其所代表之股東利害關係，應及時使其他股東獲取相關資訊；且於有利害關係之股東及董事所提供之資訊仍有不足時，應有「其他股東促使其提供完整資訊」的有效機制。該解釋理由書並未要求有利害關係的董事或股東向其他股東發出書面通知，亦無到達主義的要求。依法處分他人財產的資訊提供義務，應考量對資訊提供義務者是否成本過高等因素。申言之，在多數共有人出賣共有不動產的情形，通常為多數共有人與他共有人基本權利（契約自由、財產權，甚至居住或遷徙自由等）衝突，應予最適調和；此際資訊提供義務者是無報酬的多數共有人，而由多數共有人通知他共有人，共有人通常須自行承擔資訊提供義務的許多成本，不應使提供資訊的共有人成本過高，以免在共有不動產已發生不能有效利用等情形，因提供資訊的成本過高而延宕共有不動產的交易與利用，甚至過度阻礙多數共有人依土地法第34條之1第1項進行處分，而發生「該項立法意旨不易實現」的結果。<sup>50</sup>

綜合上述緣由，多數共有人出賣共有不動產的情形，多數共有人有資訊揭露義務，應將欲處分的內容通知他共有人（無論是否稱之忠實義務、忠誠義務或基於誠信的要求），讓他共有人有受通知而知悉的機會。

#### 四、土地法第34條之1第2項所定通知的功能與時點

以下第一部分說明多數共有人應於出賣前合理期間通知的功能，在於使他共有人有表示意見或預為其他安排的機會；第二部分則釐清相關問題：

##### （一）出賣前合理期間通知俾他共有人表示意見或預為其他安排

立法委員審議增訂土地法第34條之1時，原無通知或公告義務的規定，周委員文璣建議該條第1項增加「應召開會議」的文字，並表示：「譬如原值一百萬元共有物，幾個人勾結起來，很可能變成五十萬，所以惟有通知共有人參加始較公平。因此本席主張舉行會議，至少需要公告，以保障共有人之基本權利」；吳委員延環認為：「固然周委員提議開會辦法事實上不可能，可是祇少應有信函通知他，假定

<sup>50</sup> 多數共有人出賣共有不動產與忠誠義務、利益衝突的關係（含司法院釋字第770號解釋的其他啟示），另可參閱黃健彰，共有不動產處分與優先購買權，頁73、79-80、85-101，元照，2023年6月，4版。

連表示意見之機會都沒有，過半數之規定未免太霸道了！……既是所有權人，共有物的處理應使之知道」；郭委員登敖則建議將該條第1項修正為「應公告會商」；趙委員石溪認為：「如果很多人都找不到，會商如何進行？……本席認為通知有其必要，但若規定會商，本條就失其作用，最好勿加此規定。」<sup>51</sup>嗣後上開發言委員等人提出通知或公告義務的修正動議文字（與該條第2項現行規定的文字相同，僅該項條文中的分號以逗號呈現），並推派吳委員延環代表向院會報告：「假使不經過相當的手續，人家的財產，胡里胡塗的就丟了，不妥當」。其他人就此並未發言。<sup>52</sup>最後通過的該條第2項條文並未更動修正動議文字，僅將其中一逗號改為分號。因此，上開委員的發言一定程度反映立法原意。

從上開委員的發言整體以觀，通知他共有人是使其知悉，賦予其就對價等事項表示意見的機會，避免部分共有人有勾結而以低價處分、變更等情形，財產「胡里胡塗的就丟了」，以保障共有人的基本權利，但不以經共有人會商為必要。例如甲、乙、丙、丁4人共有A地，應有部分均等，甲與乙勾結欲以低價出賣A地給熟識的戊，不知A地市價的丙亦同意之。如在買賣契約生效前合理期間，丁受通知而知悉，即有機會向甲、乙、丙表示「不應出賣、不應於此時出賣<sup>53</sup>、不應以該對價出賣、應連同其他客體一併出賣、應將A地標示分割為A1與A2兩地後再出賣A1一地即可，或使甲、乙、丙改為出賣其應有部分」，縱使不能說服甲與乙，亦可能說服丙<sup>54</sup>，避免甲與乙勾結而以低價出賣，財產「胡里胡塗的就丟了」，以保障共有人的財產權等基本權利。即便共有人中並未有人勾結而以低價出賣，在他共有人對不動產市場的掌握較多數共有人為佳時，亦可發揮保障共有人財產權的功能；在多數共有人接受丁的意見，而以較佳的價金出賣時，更得以確保他共有人應得對價取得權。而如前所述，在民法第819條第2項與第828條第3項規定的情形，本來就沒有要求共有人會商，故土地法第34條之1第2項未規定會商，其實與之一致。

如在買賣契約生效後通知，較難發揮上述功能。因為買賣契約生效後，出賣人應履行買賣契約<sup>55</sup>；且多數共有人不須經少數共有人同意，即得將共有不動產移轉

51 參閱立法院，立法院公報，第64卷第55期，院會紀錄，頁20-26，1975年7月9日。其中，吳委員延環發言中的「祇少」應為「至少」之誤。

52 參閱立法院，立法院公報，第64卷第56期，院會紀錄，頁21-22、24，1975年7月12日。

53 例如丁預期該不動產即將漲價。

54 包含例如丁並未有足夠的資金行使優先購買權，但有足夠的資金購買丙的應有部分，而說服丙將其應有部分出賣於丁的情形。

55 除非例如該當民法第88條第2項規定的要件，無過失的表意人撤銷出賣的意思表示。



登記給買受人（亦請參閱土地登記規則第95條第2項）；況且在我國，債務人不履行時得強制履行（參閱強制執行法第124條與第130條）。因此，通知時點應在買賣契約生效前。不過，即便在出賣前通知，如於通知後立即簽訂買賣契約，則少數共有人受通知後，仍難以在買賣契約生效前及時表示意見，而難以避免財產「胡里胡塗的就丟了」。買賣契約生效後，縱認他共有人得依誠信原則以維護權利，例如聲請法院裁定變更買賣契約<sup>56</sup>，但此亦以買賣契約顯失公平或有情事變更為限，且應考量買受人應否受信賴保護，對他共有人的保障仍屬有限。從而，在出賣共有不動產的情形，該通知應在買賣契約生效前「合理期間」為之（至少多數共有人不應在通知他共有人後，立即簽訂買賣契約），較能發揮上述功能。多數共有人權限大，他共有人的風險因而升高，有利益衝突之虞，因此課予多數共有人較重的義務，要求多數共有人至少不應在通知他共有人後，立即簽訂買賣契約，與前述多數共有人通知義務的緣由相符。

其次，在多數共有人出賣共有不動產的情形，通常與現金逐出合併同為「私人在立法規定之下，未經他人同意而有權經多數決使他人持分或類似持分財產權喪失，且涉及有利益衝突之虞」的情形，已如前述。依司法院釋字第770號解釋理由書末段的意旨，關於現金逐出合併，就董事或其所代表之股東利害關係之說明，應於決定合併的董事會及股東會開會之合理期間前，及時使其他股東獲取相關資訊，否則未臻妥適，並非僅於董事會及股東會說明即屬妥適。而如前所述，他共有人對於不動產財產權（甚至居住或遷徙自由等）的保障，應不亞於人民所持有公司股份的保障。從而，多數共有人將欲處分的內容通知他共有人的時點，並非僅於他共有人出賣前或喪失財產權之前即屬妥適，而應於出賣前合理期間<sup>57</sup>為之。土地法第34條之1第1項規定的處分，是否包含出賣等負擔行為，雖有不同見解<sup>58</sup>，但即便認為

56 參閱高雄市政府地政局，共有土地處分專題研究，頁194，自版，2013年12月，謝哲勝教授認為土地法第34條之1雖無民法第820條關於聲請法院裁定變更的規定，但其認為契約如顯失公平或情事變更，皆可聲請法院判決確認其效力或主張依誠信原則加以變更。

57 至於是否應明文規定合理期間究係多久，為立法論，不在本文探討範圍。2017年4月20日內政部曾擬具土地法第34條之1修正草案第3項規定：「共有人已得依第一項規定之比率出賣共有土地或建築改良物時，應事先於出賣三十日前將參考價金、償付方法及期限等出賣條件以書面通知他共有人。」即與之有關。

58 認為包含負擔行為者，例如王澤鑑，民法物權，頁375-376，自版，2023年2月，增訂4版；謝哲勝，民法物權，頁224，三民，2020年9月，修訂5版。認為不包含負擔行為者，例如謝在全，民法物權論（上），頁384，2023年9月，修訂8版；蘇永欽，「私法自治中的國家強制—從功能法的角度看民事規範的類型與立法釋法方向」，走入新世紀的私法自治，頁43-46，元照，2002年5月；鄭冠宇，民法物權，頁303，自版，2024年6月，14版；劉春堂，判解民法物

該處分僅指處分行為，在處分之原因是出賣的情形，為發揮上述功能，該條第2項的通知仍應採功能性解釋，而認為應於出賣前合理期間為之。<sup>59</sup>

再者，多數共有人因出賣而處分共有不動產，處分了他共有人的不動產財產權，且可能因而限制他共有人的居住或遷徙自由等，通知的功能尚在於使他共有人預為其他安排，例如停止對該不動產投資、規劃，準備取回不動產上工作物，預為尋找其他不動產以為使用上的替代等。尤其目前的其他機制仍不足以保障他共有人，詳言之，他共有人雖有優先購買權，但未必有足夠的資金購買；而他共有人應取得完全或市價的對價或補償<sup>60</sup>，不過，縱認為多數共有人以低價出售時，就低於市價的差額，於一定要件下對他共有人應負侵權責任<sup>61</sup>，或認為他共有人得基於不當得利，或得依物權法上以償金作為對應物權調整的特殊債權調整法理，向多數共有人依市價計算請求償金<sup>62</sup>，亦係針對低價出售造成的損害，而不及於他共有人無從及時預為安排而生的損害。況此等均為事後救濟，如多數共有人並無給付的資力，則他共有人即便投入勞力、時間、費用起訴而取得勝訴判決確定，亦未必能獲得給付。從而，更有必要使他共有人在買賣契約生效前合理期間知悉，以便防範於未然，並預為安排。

---

權，頁229，三民，2010年10月，修訂7版。

59 有學說認為，在民法第820條第1項的情形，基於共有物的管理本應由分別共有人全體共同為之的理念及誠信原則，對於任何議案，於表決前應賦與各該分別共有人有陳述意見的適當機會，參閱王千維，應有部分之物權性與分別共有人相互間之債之關係，頁107-108，新學林，2017年9月。倘採此見解，在出賣共有不動產的情形，更應賦與他共有人於出賣前陳述（表示）意見的適當機會。

60 謝哲勝，土地法，頁124，翰蘆，2020年10月，4版。

61 最高法院69年度台上字第1140號民事判決：「被上訴人……依土地法第三十四條之一第一項規定，固有單獨處分之權利，如有故意或過失以低價出售情事，以致上訴人受有損害，即難謂非不法侵害上訴人之權利」。姑不論可否因價格不當謂為「不法」侵害權益（吳光陸，「土地法第三十四條之一第一項之商權」，法學叢刊，第34卷第4期，頁45，1989年10月，就此認為非無疑問），如依該判決見解，本文認為，故意或過失亦不無證明上的困難。

62 蘇永欽，「物權行為的獨立性與無因性」，跨越自治與管制，頁256-257，五南，1999年1月。

## (二) 相關問題釐清

以下就土地法第34條之1第2項所定通知的功能與應通知的時點，進一步釐清相關問題：

### 1. 通知功能本身的相關問題釐清

本文引言中提及：最高法院105年度台上字第1988號民事判決認為，他共有人得對於多數共有人行使應得對價或補償請求權之時，乃其受多數共有人依土地法第34條之1第2項書面通知或公告之時，並以此時為他共有人行使應得對價或補償請求權的消滅時效起算點，進而認為他共有人「究於何時或有無受通知或公告，原審自應調查審認」。若採上開見解，多數共有人合法通知或公告之時，則有「認定他共有人得行使應得對價或補償請求權之時，以及認定應得對價或補償請求權之消滅時效起算點」的功能。

本文則認為，如前所述，多數共有人依土地法第34條之1第2項書面通知或公告之時，應為出賣前，而斯時尚不得行使應得對價或補償請求權；該項所定通知或公告，並無「認定他共有人得行使應得對價或補償請求權之時，以及認定他共有人行使應得對價或補償請求權之消滅時效起算點」的功能。縱認該項所定通知或公告，應於出賣後為之，則該等判決中「他共有人得對於多數共有人行使應得對價或補償請求權之時，乃其受多數共有人合法通知或公告之時」，以及「他共有人因未受通知或公告，而『未得』行使系爭價金請求權」的見解，可能使「未受多數共有人合法通知或公告的他共有人，『不得』對於多數共有人行使應得對價或補償請求權」，並不妥適。

又他共有人應得對價或補償請求權的消滅時效起算點（民法第128條），如採客觀判斷基準，則是他共有人客觀上可行使該請求權的時點；如採主觀判斷基準，則是他共有人知悉其得行使該請求權的時點。<sup>63</sup>若採上開見解，原審應調查審認的是他共有人客觀上可行使該請求權的時點，或他共有人知悉其得行使該請求權的時點。該等時點究竟為何，並非本文重點，但本文欲指出者為：縱認土地法第34條之1第2項所定通知或公告，應於訂定買賣契約後為之<sup>64</sup>，則無論採客觀或主觀判斷基

63 關於民法第128條的客觀與主觀判斷基準，詳參吳從周，「變遷中之消滅時效期間起算點—從最高法院九十一年度台上一三一號等三則判決之啟示談起」，民事法學與法學方法第一冊，頁173-231，自版，2008年3月，2刷；吳從周，「在時效起算點決議仍採客觀基準說之後……—簡評台灣高等法院九十七年度上國字第一一號判決」，債權物權化與否認子女之訴，頁181-188，自版，2021年6月，2版。

64 本文不採此見解，已如前述。



準（或甚至採可合理期待權利人為請求之時說<sup>65</sup>），該時點亦均非必然為多數共有人合法通知或公告之時。尤其本件發回更審後，法院認定多數共有人並未合法通知或公告<sup>66</sup>，但他共有人既已提起訴訟，顯然他共有人於起訴前已知悉其得行使該請求權；且法院判決原告得請求被告給付價金，表示固然多數共有人並未合法通知或公告，但他共有人仍可行使該請求權。如仍認本件時效尚未起算，並不合理，故本件不應以多數共有人合法通知或公告之時，認定他共有人應得對價或補償請求權的時效起算點，亦即於本件並無「認定得否行使該請求權」的功能，亦無「認定該請求權時效起算點」的功能。<sup>67</sup>

## 2. 通知功能衍生的相關問題釐清

首先，通知人未必即為多數共有人<sup>68</sup>，而由於通知他共有人的功能之一，是使其評估是否就買賣標的物、價金等事項向多數共有人中的一人或數人表示意見；因此，基於功能性解釋，通知的內容應至少包含多數共有人的姓名<sup>69</sup>，以及多數共有

65 王富仙，「析論我國公私法消滅時效期間合理起算點—從民法第128條之規定談起」，軍法專刊，第66卷第6期，頁101-103、105-106，2020年12月，將此說列為時效起算點的諸說之一，但其認為本件最高法院107年度台上字第766號民事判決：「所謂請求權可行使時，乃指權利人得行使請求權之狀態而言。」係採客觀基準說。

66 臺灣高等法院105年度重上更（一）字第118號民事確定判決。上訴審前述最高法院107年度台上字第766號民事判決亦謂此為原審合法認定的事實。

67 本件無論採客觀或主觀判斷基準，或另創判斷基準，最遲應於「他共有人客觀上可行使該請求權，且知悉其得行使該請求權」之時起算時效，較為合理（無論採何種見解，此為從應然面而言，「最遲」開始起算時效的時點；但此是否為「應採取」的時效起算點，並非本文探討範圍）。至於他共有人如因多數共有人未合法通知或公告，而不知悉得行使應得對價或補償請求權，致罹於時效，則涉及個案中多數共有人主張時效抗辯有無違反誠信原則的問題。

68 多數共有人的通知義務是不可分債務，得僅由多數共有人中之一人通知（民法第292條準用第274條），參閱臺北市政府法規委員會95年4月6日北市法二字第09530726300號函；原則上亦得由多數共有人以外的人通知他共有人（民法第311條）。

69 參閱臺北市政府法規委員會95年4月6日北市法二字第09530726300號函：「另依土地法第34條之1執行要點第八點……規定，通知或公告內容應記明受通知人及『通知人』之姓名住址及『其他事項』，似可推知此項通知義務應得由共有人中之一人即可，惟其書面或公告仍應載明各同意處分之共有人（人數逾半），及其應有部分（持分逾三分之二）等相關事項，以期明瞭。」

本文就應通知的內容僅在探討通知功能的必要範圍內略述，且本文並非立法論，已如前述。尤其前述司法院釋字第770號解釋理由書指出：「法律至少應使未贊同合併之股東及時獲取合併對公司利弊影響之重要內容、有關有利害關係股東及董事之自身利害關係之重要內容及贊成或反對併購決議理由之資訊。」而土地法第34條之1就此應否參照而修法，不在本文探討範

人願意承諾（但尚未承諾）的買賣標的物與價金，此等通知內容的要求不致產生過高的成本。

再者，依土地登記規則第95條第1項規定，部分共有人就共有土地全部為處分、變更及設定地上權、農育權、不動產役權或典權申請登記時，應提出已為書面通知或公告之證明文件。土地法第三十四條之一執行要點第9點第1款亦有此要求。本文認為，通知的功能是使他共有人知悉而得以表示意見或預為其他安排，從而，通知前，他共有人如已知悉，則多數共有人可不通知，此並不違反土地法第34條之1第2項的規範意旨。此時，多數共有人申請權利變更登記時，無庸檢附其已為書面通知或公告之證明文件，但應檢附他共有人已知悉的證明文件（例如第三人已通知他共有人；又如多數共有人與買方協議出願意承諾的買賣約款時，他共有人到場而有表示意見的機會；再如多數共有人與他共有人就多數共有人願意承諾的買賣約款曾經會商）。

### 3. 應通知時點的相關問題釐清

如前所述，土地法第34條之1第2項所定通知的功能，是於出賣前合理期間通知俾他共有人表示意見或預為其他安排，故該項通知的內容，應至少包含多數共有人願意承諾（但尚未承諾）的買賣標的物、價金與多數共有人的姓名。不過，他共有人畢竟無權指示多數共有人如何處分不動產，而多數共有人依該項規定通知他共有人後，出賣事務的進行有各種不同階段，細項甚多，不應認係該項所定應以書面通知或公告的射程範圍<sup>70</sup>，以免共有人的成本過高，而發生「該條第1項立法意旨不易實現」的結果（此為結果導向的思維方式）。

多數共有人依土地法第34條之1第2項通知他共有人後，他共有人得否依委任或無因管理的規定（民法第540條或第173條第2項準用該規定）請求多數共有人報告買賣契約進行的情形？此涉及多數共有人與他共有人之間的關係是否為委任<sup>71</sup>或無

---

圍。前述土地法第34條之1修正草案規定，以及2023年5月12日內政部擬具該條修正草案第4項規定：「共有人依第一項規定讓與時，應將出賣條件及委任三家以上專業估價者所評定之價格，事先以書面通知他共有人。」即與通知的內容有關。

70 至於優先購買權的通知是否屬該項規定的射程範圍，詳後述「土地法第34條之1第2項是否為優先購買權通知的規定」。

71 臺灣宜蘭地方法院96年度訴字第234號民事判決（臺灣高等法院98年度上字第394號民事確定判決駁回上訴，但未提及此爭點）：「出賣共有土地之共有人在處理出賣共有土地事務時，雖未受未同意出賣之共有人之委託，但基於土地法第34條之1之前揭規定，應已取得委任人之法律地位，應具有與處理自己事務為同一之注意，苟若委任人於出賣土地時扣除前開必要費用，難認出賣共有土地之共有人就必要之支出未加返還，係屬不當得利」（該判決所稱委任人應為受任人）。相對的，臺灣高等法院高雄分院106年度上字第24號民事確定判決則認為：

因管理<sup>72</sup>的前提問題。本文認為，多數共有人與他共有人之間並無民法第528條所定的約定，故不成立委任契約。在多數共有人出賣共有不動產的情形，多數共有人有權對他共有人的財產予以處分，故亦非無因管理<sup>73</sup>，且他共有人無權「如同無因管理的本人一般，依民法第173條第1項後段規定指示多數共有人」。

多數共有人與他共有人之間，即便認係法定委任或與委任類似，則他共有人亦無權指示多數共有人如何處分不動產，故不得類推適用民法第528條以下關於委任契約的全部規定，例如民法第535條關於「應依委任人之指示」的規定，即不得類推適用。不過，與委任契約類似者，例如他共有人應有權瞭解出賣事務的進行（例如何時喪失共有不動產、何時取得多少買賣價金），以便安排（例如有充分資訊自由決定於何時購買其他不動產，作為替代），俾他共有人實現個人自由、發展人格及維護尊嚴，以保障其財產權。然而，多數共有人依土地法第34條之1第2項規定通知他共有人後，他共有人是否有權瞭解出賣事務的進行，現行法就此並未規定。在委任契約的情形，委任人委託受任人後，依民法第540條前段規定，受任人有報告義務，委任人有權瞭解委任事務的進行。多數共有人依土地法第34條之1第2項規定通知他共有人後，他共有人應有權瞭解出賣事務的進行，就此與之類似，故他共有人得類推適用民法第540條前段規定，請求多數共有人報告買賣契約進行的情形，而此報告義務的履行不以書面通知或公告為必要<sup>74</sup>。

---

「依土地法第34條之1第1項規定出賣系爭土地全部，雖一併出賣上訴人應有部分，然此乃源自法律授予處分權，上訴人與同意出賣系爭土地之共有人間，並無委任或代理關係存在，至為明確。……是上訴人主張被上訴人處理委任事務有過失、逾越權限行為造成損害，應依民法第544條規定對上訴人應負賠償之責云云，委無足採。」

72 吳從周、何奕萱，「『共有人出賣共有物違反優先承購權通知義務』案一評最高法院109年度台上大字第2169號民事裁定」，吳從周編民事大法庭裁定選評，頁76-77，自版，2023年8月，認係不適法（或不正當）無因管理，並認為多數共有人有民法第173條規定的通知義務。臺灣高等法院103年度上字第280號與臺灣高等法院臺中分院105年度上字第86號民事確定判決均引用民法第172條、第176條第1項（管理事務利於本人，並不違反本人明示或可得推知之意思）規定，而認為少數共有人應分擔仲介費。

73 管理人就管理他人事務雖無義務，但有權限（權利）時，不成立無因管理，以符合無因管理規範欲處理者為無權干涉他人事務的規範意旨，綜合參閱林易典，無因管理，頁44-45，三民，2014年4月；鄭玉波（陳榮隆修訂），民法債編總論，頁104，三民，2010年3月，修訂2版7刷；陳猷龍，民法債編總論，頁61，五南，2021年9月，6版；我妻榮，債權各論 下卷一，頁892、905-907，岩波書店，2000年1月，26刷；角田光隆，「欧州事務管理法の原則と我國の事務管理法—事務管理の要件」，信州大学法学論集，第9号，頁194、205，2007年12月；see Christian von Bar and Eric Clive (eds.), 2010: 2967-2968.

74 此報告義務的履行，應依誠信原則為之。如他共有人請求多數共有人提供影響其價金分配的

## 五、土地法第34條之1第2項是否為優先購買權通知的規定

本文認為，共有人出賣其應有部分時，其優先購買權通知義務的依據並非土地法第34條之1第2項規定；多數共有人出賣共有不動產時，其優先購買權通知義務的依據亦非土地法第34條之1第2項規定。分析如下：

有判決認為：「共有人出賣其應有部分，他共有人依同條第4項規定即得主張以同一價格優先承購；而為保障他共有人此項先買特權，依同條第2項規定，出賣土地之共有人對他共有人負有事先以書面通知之義務」<sup>75</sup>。本文則認為，共有人出賣其應有部分，不符合同條第2項「共有人依前項規定處分、變更或設定負擔」的文義，故不適用同條第2項規定。又同條第2項所定通知義務的緣由，在於不使他共有人喪失原有受通知而知悉的機會，並基於風險高而有利益衝突之虞的考量，已如前述；在共有人出賣其應有部分的情形，與之難謂有類似性，故亦不類推適用同條第2項規定。從而，最高法院73年度台上字第1687號民事判決：「查土地法第三十四條之一第二項，係就共有土地或建築改良物（非其應有部分）之共有人依第一項規定為處分，變更或設定負擔而為維護他共有人所課之義務。……與同條之一第四項共有人出賣其應有部分之情形，毫不相涉。」此見解可資贊同。

目前的土地法第三十四條之一執行要點係於2023年8月22日修正發布，2024年1月1日生效。由該執行要點第13點（相當於2017年12月1日修正發布的該執行要點第11點）序文規定可知，該點是關於本法條所定優先購買權之辦理的規定，但可否因而逕認該執行要點第8點（相當於2017年12月1日修正發布的該執行要點第7點）並非關於多數共有人的優先購買權通知義務的規定，從而認為土地法第34條之1第2項前段並非多數共有人的優先購買權通知義務的規定？有學說認為2017年12月1日修正發布的該執行要點第7點及第11點，對土地法第34條之1第2項所定通知與優先購買權通知分別規定。<sup>76</sup>本文就2017年12月1日與2023年8月22日修正發布的該執行要點，分別說明如下：

- （一）就2017年12月1日修正發布的執行要點而言：由該執行要點第7點序文規定可知，該點是關於土地法第34條之1第2項所定事先、書面通知及公告，其「方式及內容」的規定；該點規定多達7款，但均無與通知或公告「效果」

---

單據正本掃描檔，多數共有人應予提供。

75 臺灣高等法院107年度重上字第671號與111年度上易字第858號民事確定判決。

76 參閱吳從周、何奕萱，「『共有人出賣共有物違反優先承購權通知義務』案一評最高法院109年度台上大字第2169號民事裁定」，吳從周編民事大法庭裁定選評，頁54，自版，2023年8月。



有關的規定。縱參照該執行要點第10點規定與第11點該次修正說明<sup>77</sup>，而認為該執行要點第11點所稱本法條所定優先購買權<sup>78</sup>包含「多數共有人出賣共有不動產時，他共有人的優先購買權」<sup>79</sup>，但該執行要點第11點並未規定優先購買權通知的「方式及內容」，與優先購買權通知有關者，主要係關於優先購買權通知「效果」的規定（明白規定者，僅有第1款前段）<sup>80</sup>。因此，如單從該執行要點第7點及第11點規定觀之，尚難以充分說明該執行要點第7點並非關於優先購買權通知之「方式及內容」的規定，亦難以充分說明土地法第34條之1第2項前段並非關於多數共有人的優先購買權通知義務的規定。

- (二) 就2023年8月22日修正發布的該執行要點而言：該執行要點第8點第6款修正說明：「數宗土地或建物併同出賣時，通知或公告之內容應分別記明各宗土地或建物之價金，以利他共有人行使優先承購權。」第7款修正說明：「遺產管理人為保存遺產必要之處置得主張優先購買權，爰增訂遺產管理人為通知或公告對象。」可見內政部不認為該點並非優先購買權通知或公告的規定。

不過，無論在2024年1月1日之前或之後，如將土地法第34條之1第2項前段解為多數共有人優先購買權通知義務的規定，其結果為：依土地法第34條之1第2項後段規定，多數共有人出賣共有不動產時，如非因自己之過失，不知他共有人之居所者，則得以公告代替優先購買權的通知。相對而言，共有人出賣其應有部分時，其通知義務的依據究竟本於土地法第34條之1第4項的解釋<sup>81</sup>，抑或準用、類推適用土

77 該修正說明四：「為維護少數共有人權益，本法條事前程序之保障應有更嚴謹之規定」。本文欲指出者為：在共有人出賣其應有部分的情形，並無所謂「少數共有人」；在多數共有人出賣共有不動產等情形，才有所謂「少數共有人」。

78 該次修正，將第11點序文由「本法條第四項所稱之優先購買權，依下列規定辦理」改為「本法條所定優先購買權，依下列規定辦理」。修正說明就此僅謂：「序文酌作文字修正。」

79 該點第10款亦規定：「土地或建物之全部……為公共共有，部分公共共有人依本法條規定出賣該共有物全部……時，他公共共有人得就該公共共有物主張優先購買權……。」

80 至於該點第5款所稱「出賣人違反此項義務」，是否包含違反通知義務的情形，非無疑義。尤其該次修正，將原第10點變更為第11點，並刪除原第10點第1款關於部分共有人依本法條規定出賣共有土地或建物，「應在程序上先就其應有部分通知他共有人是否願意優先購買」的規定，僅於第10點修正說明四指出：「於實務執行上，依本法條第一項處分全部共有物時，應就該全部處分之同一條件通知他共有人是否主張優先購買權。」

81 採此說者，例如王澤鑑，「共有人優先承購權與基地承租人優先購買權之競合」，民法學說與判例研究（第三冊），頁320，自版，2009年12月；陳立夫，土地法釋義（一），頁96-

地法第104條<sup>82</sup>、民法第426條之2<sup>83</sup>，雖非本文探討範圍，但不應適用或類推適用土地法第34條之1第2項<sup>84</sup>，已如前述；從而，如非因自己之過失，不知他共有人之居所者，得依民事訴訟法公示送達的規定，以公示送達為優先購買權的通知<sup>85</sup>（參閱民法第97條<sup>86</sup>），而不得適用或類推適用土地法第34條之1第2項後段規定，以公告代替優先購買權的通知<sup>87</sup>。相較於共有人出賣其應有部分，多數共有人出賣共有不動產對他共有人的影響更大，而公示送達對相對人的保障則較公告周全<sup>88</sup>。因此，

---

97，元照，2021年9月，3版；劉春堂，「論共有人之優先購買權」，民商法論集（一），頁259，自版，1985年8月。

82 參閱最高法院69年度台上字第1121號民事判決：「第查對土地法第三十四條之一第四項所定有優先承購權之他共有人，徵求是否優先承購之手續，準用同法第一百零四條第二項規定」。

83 認為類推適用民法第426條之2者，例如謝在全，民法物權論（上），頁370，自版，2023年9月，修訂8版。

84 另外，2017年12月1日修正發布的該執行要點第11點（相當於現行規定第13點）修正說明四雖謂：「參酌民法物權編施行法第八條之五第七項規定，將現行規定第二款規定他共有人應於接獲出賣通知後表示優先購買之一定期間由十日延長修正為十五日，並刪除『徵求他共有人是否優先承購之手續，準用土地法第一百零四條第二項規定』文字」，但本文認為，此僅係參照民法物權編施行法該規定關於表示優先購買之一定期間，不應據此認為：共有人如同民法物權編施行法該規定僅須公告，而無須通知。詳言之，民法物權編施行法就此僅有公告的規定，是考量優先購買權人可能很多，避免麻煩之故，參閱法務部民法研究修正委員會編，法務部民法研究修正委員會物權編研究修正小組會議資料（民法物權編施行法部分）彙編（三十六）上，頁420-421，法務部法律事務司，1999年6月。不過，何人符合民法物權編施行法該規定的優先購買權要件，出賣人較不易判斷；何人符合土地法第34條之1第4項規定的優先購買權要件，出賣人則較易判斷。二者就此較無類似性，故共有人出賣其應有部分時，不類推適用民法物權編施行法該規定關於「僅須公告，而無須通知」的部分。

85 參閱臺灣高等法院101年度上易字第549號民事確定判決。法院因執行金錢請求權而強制拍賣，有無優先購買權規定的適用（詳參黃健彰，不動產優先購買權總論，頁32-36，元照，2023年1月，3版），不在本文探討範圍；此際如有優先購買權規定的適用，則辦理強制執行事件應行注意事項第44點第2款雖規定於特定情形無須公示送達，但本文認為，此應係基於執行貴在迅速等考量下的例外。

86 優先購買權的通知，究為意思表示或準法律行為（詳參黃健彰，不動產利用關係上的優先購買權，頁104-105，元照，2024年1月，3版），不在本文探討範圍。如為準法律行為，於此則為類推適用民法第97條規定。

87 司法院94年第4期民事業務研究會一強制執行專題第20則，雖認為於特定情形得以公告代通知，但本文認為，此應係基於執行貴在迅速等考量下的例外。

88 例如相對於公告，在公示送達前，法院會事先認定是否符合公示送達的要件（參閱辦理民事訴訟事件應行注意事項第143點第2項）。臺灣高等法院85年度抗字第2760號民事確定裁定指出：「依民法第九十七條之規定，……所謂不知相對人居所，係指相對人遷移，致表意人不

土地法第34條之1第2項前段如解為多數共有人優先購買權通知義務的規定，會造成輕重失衡的結果；為了避免輕重失衡的結果，即不應將該項前段解為多數共有人優先購買權通知義務的規定（此為結果導向的思維方式）。<sup>89</sup>

多數共有人出賣共有不動產時，他共有人有優先購買權的依據，既然是適用、目的性擴張或類推適用土地法第34條之1第4項規定<sup>90</sup>，故此時多數共有人之優先購買權通知義務的依據，即應適用、目的性擴張或類推適用前述共有人出賣其應有部分時之優先購買權通知義務的依據。

## 六、結 論

關於土地法第34條之1第2項「以多數共有人的通知義務作為保護他共有人之機制」的緣由，如僅以「與每一共有人的權益息息相關，以示慎重」為由，尚不足以較精確地充分說明。其緣由應在於不使他共有人喪失原有受通知而知悉的機會，並基於風險高而有利益衝突之虞的考量，要求多數共有人事先揭露資訊（無論是否稱之忠實義務、忠誠義務或基於誠信的要求），但不應使共有人的成本過高。

多數共有人應於出賣共有不動產之前合理期間，依土地法第34條之1第2項規定通知，以便他共有人就對價等事項有表示意見的機會或預為其他安排。該通知並無

---

知其居所而言。若表意人……雖據其提出相對人戶籍謄本及遭退回之存証信函、信封等件為証，但觀夫上開信封之記載，抗告人寄予相對人之存証信函，係因招領逾期而被退回，且依據相對人戶籍謄本所載內容，亦無法證明相對人居所已遷移，況抗告人在抗告狀中，又自承不知相對人是否還住於原居所，故而尚難證明相對人居所已遷移。抗告人既不能證明相對人居所業已遷移，則無所謂不知相對人居所之可言。至於所稱不知相對人是否還住於原居所，揆之上開說明，尚與不知相對人居所有間。是以抗告人聲請對相對人為公示送達，於法即有未合，不應准許。」而由臺灣彰化地方法院111年度司簡聲字第84號、臺灣新北地方法院111年度司簡聲字第237號與臺灣臺北地方法院112年度司簡聲字第176號等民事確定裁定以觀，如當事人送達存証信函，經郵局以招領逾期退回，遂以此為由，而聲請公示送達，法院常函請警察局派警員至該地址查訪。沈建興，民法總則逐條釋義，頁455-456，元照，2018年6月，則認為須先由郵局送達，經郵局退回註明遷移不明時，始得提出該郵局退回的資料，向法院聲請公示送達。

89 至於多數共有人得否將「土地法第34條之1第2項所定通知」與「優先購買權的通知」於出賣前一併為之，以節省成本（詳參黃健彰，不動產優先購買權總論，頁15-31，元照，2023年1月，3版；黃健彰，共有不動產處分與優先購買權，頁55，元照，2023年6月，4版），不在本文探討範圍。

90 參閱「三、以通知義務作為保護他共有人之機制的緣由」該部分所述。



「認定他共有人得行使應得對價或補償請求權之時，以及認定他共有人行使應得對價或補償請求權之消滅時效起算點」的功能。為發揮「使他共有人得以就對價等事項表示意見或預為其他安排」的功能，該通知的內容，應至少包含多數共有人願意承諾（但尚未承諾）的買賣標的物、價金與多數共有人的姓名，此等通知內容的要求不致產生過高的成本。從通知的功能以觀，通知前，他共有人如已知悉，則多數共有人可不通知；此時，多數共有人申請權利變更登記時，無庸檢附其已為書面通知或公告之證明文件，但應檢附他共有人已知悉的證明文件。由於多數共有人依土地法第34條之1第2項通知他共有人後，出賣事務的進行有各種不同階段，細項甚多，不應認係該項所定應書面通知或公告的射程範圍，以免共有人的成本過高。不過，多數共有人通知他共有人後，他共有人應有權瞭解出賣事務的進行，就此類似於委任人有權瞭解委任事務的進行，故他共有人得類推適用民法第540條前段關於受任人報告義務的規定，請求多數共有人報告買賣契約進行的情形。

相較於共有人出賣其應有部分，多數共有人出賣共有不動產對他共有人的影響更大，而公示送達對相對人的保障則較公告周全。土地法第34條之1第2項後段規定：「其不能以書面通知者，應公告之」，故該項前段如解為多數共有人優先購買權通知義務的規定，會造成輕重失衡的結果。從而，應認該項前段並非優先購買權通知的規定。

## 參考文獻

### 一、中文（依作者姓氏筆畫順序排列）

- 王千維，2017，應有部分之物權性與分別共有人相互間之債之關係，臺北：新學林。  
Wang, C. W., 2017, *The Proprietary Nature of Respective Shares and the Relationship of Obligations among Joint Co-owners*, Taipei: New Sharing.
- 王文字，2020，公司負責人的受託義務—溯源與展望，月旦民商法雜誌，第68期，頁5-22。  
Wang, W. Y., 2020, *The Fiduciary Duty of Responsible Persons of a Company: Origins and Prospects*, *Cross-Strait Law Review*, 68, pp. 5-22.
- 王富仙，2020，析論我國公民法消滅時效期間合理起算點—從民法第128條之規定談起，軍法專刊，第66卷第6期，頁98-123。

黃健彰：土地法第34條之1第2項的通知或公告義務—以多數共有人出賣前的通知義務為主

Wang, F. H., 2020, An Analysis of the Reasonable Starting Point of the Period of Eliminating the Limitation of Public and Private Laws in my Country - Talking about the provisions of Article 128 of the Civil Law, *The Military Law Journal*, 66(6), pp. 98-123.

王澤鑑，2009，共有人優先承購權與基地承租人優先購買權之競合，收錄於王澤鑑編民法學說與判例研究（第三冊），臺北：自版，頁 317-325。

Wang, T. C., 2009, Conflict of the Right of First Refusal between Co-owners and Lessee of a Premise, in: Tze-Chien Wang, ed., *Theories and Judicial Cases of Civil Law Vol. III*, Taipei: Author, pp. 317-325.

王澤鑑，2023，民法物權，增訂 4 版，臺北：自版。

Wang, T. C., 2023, *Civil Law: Property 4th Edition*, Taipei: Author.

立法院，1975，立法院公報，第 64 卷第 55 期，院會紀錄。

Legislative Yuan, 1975, *The Legislative Yuan Gazette*, 64(55).

立法院，1975，立法院公報，第 64 卷第 56 期，院會紀錄。

Legislative Yuan, 1975, *The Legislative Yuan Gazette*, 64(56).

吳光陸，1989，土地法第三十四條之一第一項之商權，*法學叢刊*，第 34 卷第 4 期，頁 44-53。

Wu, G. L., 1989, The Deliberation on Article 34-1, Paragraph 1, of the Land Act, *China Law Journal*, 34(4), pp. 44-53.

吳從周，2008，變遷中之消滅時效期間起算點—從最高法院九十一年度台上字第一三一二號等三則判決之啟示談起，收錄於吳從周編民事法學與法學方法第一冊：法理、集中審理與失權，2 刷，臺北：自版，頁 173-231。

Wu, C. J., 2008, The Commencement of the Extinctive Prescription Amid Changes- Insights from Three Supreme Court Judgments, Including the 2002 Tai Shang Zi No. 1312, in: Chung-Jau Wu, ed., *Jurisprudence and Method in Civil Law I*, Taipei: Author, pp. 173-231.

吳從周，2021，在時效起算點決議仍採客觀基準說之後……—簡評台灣高等法院九十七年度上國字第一一號判決，收錄於吳從周編民事法學與法學方法第四冊：債權物權化與否認子女之訴，2 版，臺北：自版，頁 181-188。

Wu, C. J., 2021, After the Resolution to Continue Adopting the Objective Standard for The Commencement of the Extinctive Prescription: A Brief Commentary on the 2008 Taiwan High Court Shang Guo Zi No. 11 Judgment, in: Chung-Jau Wu, ed., Jurisprudence and Method in Civil Law IV 2nd Edition., Taipei: Author, pp. 181-188.

吳從周、何奕萱，2023，「共有人出賣共有物違反優先承購權通知義務」案一評最高法院 109 年度台上大字第 2169 號民事裁定，收錄於吳從周編民事法學與法學方法第九冊：民事大法庭裁定選評，臺北：自版，頁 53-77。

Wu, C. J., and Y. H. Ho, 2023, The Case of “A Co-owner Selling the Thing Held in Indivision in Violation of the Obligation to Notify the Right of First Refusal” — A Commentary on the Supreme Court’s 2020 Tai Shang Da Zi No. 2169 Civil Ruling, in: Chung-Jau Wu, ed., Jurisprudence and Method in Civil Law IX, Taipei: Author, pp. 53-77.

周振鋒，2021，自雷亞案歷審判決析論我國法制下現金逐出合併規範之缺失，全國律師，第 25 卷第 5 期，頁 27-43。

Chou, C. F., 2021, An Analysis of the Deficiencies in the Regulation of the Cash Out Merger under Taiwan’s Legal System Based on the Judicial Rulings in the RayYa Case, Taiwan Bar Journal, 25(5), pp. 27-43.

法務部民法研究修正委員會編，1999，法務部民法研究修正委員會物權編研究修正小組會議資料（民法物權編施行法部分）彙編（三十六）上，臺北：法務部法律事務司。

The Civil Code Research and Amendment Committee of Ministry of Justice, 1999, Compilation of The Meeting Materials of the Subgroup on the Study and Amendment of Part III (Rights in Rem) of the Civil Code Research and Amendment Committee, Ministry of Justice (Regarding the Enforcement Act of the Part of Obligations of the Civil Code) (No. 36), Volume I, Taipei: The Department of Legal Affairs of Ministry of Justice.

林旺根，2012，土地法第三十四條之一爭議問題及解決，月旦法學雜誌，第 210 期，頁 76-106。

Lin, W. K., 2012, Issues and Resolutions Regarding Article 34-1 of the Land Act, The Taiwan Law Review, 210, pp. 76-106.

黃健彰：土地法第34條之1第2項的通知或公告義務—以多數共有人出賣前的通知義務為主

林易典，2014，無因管理，臺北：三民。

Lin, Y. D., 2014, *Intervention Without Legal Grounds*, Taipei: San-Min.

高欽明，2024，共有土地處分實務與技巧：土地法第 34 條之一，16 版，臺北：永然。

Kao, C. M., 2024, *Practical Approaches and Techniques for Disposing of Co-owned Land: Article 34-1 of the Land Act 16th Edition*, Taipei: Perennial.

高雄市政府地政局，2013，共有土地處分專題研究，高雄：自版。

Land Administration Bureau of Kaohsiung City Government, 2013, *Research on the Disposition of Co-owned Land*, Kaohsiung: Author.

張永健，2020，社科民法釋義學，臺北：新學林。

Chang, Y. C., 2020, *Interpreting Private Law: A Social Scientific Approach*, Taipei: New Sharing.

張永健，2022，法實證研究：原理、方法、應用，2 版，臺北：新學林。

Chang, Y. C., 2022, *Empirical Legal Studies: Principles, Methods, and Applications 2nd Edition*, Taipei: New Sharing.

許政賢，2014，契約結果導向的司法控制—初探民事裁判結果導向案例，收錄於許政賢編民事法學與法學教育，臺北：元照，頁 3-79。

Hsu, C. H., 2014, *The Consequentialist Approach to the Regulation of Contracts: A Preliminary Study on Court Decisions*, in: Cheng-Hsien Hsu, ed., *Civil Law and Legal Education*, Taipei: Angle, pp. 3-79.

陳立夫，2021，土地法釋義（一），3 版，臺北：元照。

Chen, L. F., 2021, *Interpretation of the Land Act (Volume I) 3rd Edition*, Taipei: Angle.

陳立夫，2022，土地法裁判精選—依土地法第 34 條之 1 第 1 項規定出賣共有土地之通知，月旦法學雜誌，第 326 期，頁 185-194。

Chen, L. F., 2022, *Selected Judicial Decisions on the Land Act: Notification for the Sale of Co-owned Land in Accordance with Article 34-1, Paragraph 1 of the Land Act*, *The Taiwan Law Review*, 326, pp. 185-194.

陳忠五，2023，多數共有人未通知少數共有人行使優先承買權而處分共有土地的契約責任—最高法院 109 年度台上大字第 2169 號裁定簡析，收錄於陳忠五編共有關係法律問題研究（下），臺北：元照，頁 91-106。

Chen, C. W., 2023, Contractual Liability for the Disposal of Co-owned Land Without Notifying Minority Co-owners of Their Right of First Refusal — An Analysis of the Supreme Court's 2020 Tai Shang Da Zi No. 2169 Ruling, in: Chung-Wu Chen, ed., A Study on Legal Issues in Co-ownership Relations (Volume II), Taipei: Angle, pp. 91-106.

陳明燦，2023，土地法導論，4版，臺北：自版。

Chen, M. T., 2023, Introduction to the Land Act 4th Edition, Taipei: Author.

陳猷龍，2021，民法債編總論，6版，臺北：五南。

Chen, Y. L., 2021, General principles of the law of Obligations 6th Edition, Taipei: Wu-Nan.

陳榮傳，2021，實用民法物權，2版，臺北；五南。

Chen, R. C., 2021, Practical Civil Law: Property Law 2nd Edition, Taipei: Wu-Nan.

焦祖涵，2002，土地法釋論，增訂3版，臺北：三民。

Jiao, Z. H., 2002, Commentary on the Land Act 3rd Edition, Taipei: San-Min.

黃茂榮，2015，買賣法，增訂7版，臺北：自版。

Huang, M. Z., 2015, The Law of Sale 7th Edition, Taipei: Author.

黃健彰，2023，不動產優先購買權總論，3版，臺北：元照。

Huang, C. C., 2023, General Principles of Rights of First Refusal of the Real Estate 3rd Edition, Taipei: Angle.

黃健彰，2023，共有不動產處分與優先購買權，4版，臺北：元照。

Huang, C. C., 2023, The Disposal over Co-Owned Real Estate and Rights of First Refusal 4th Edition, Taipei: Angle.

黃健彰，2024，不動產利用關係上的優先購買權，3版，臺北：元照。

Huang, C. C., 2024, Rights of First Refusal of Relationship of Use of the Real Estate 3rd Edition, Taipei: Angle.

溫俊富，2012，土地法第三十四條之一之省思—以共有不動產之處分為中心，銘傳大學法學論叢，第17期，頁63-102。

Wen, J. F., 2012, A Study of the Section 34-1 of the Land Code--Focusing on the Disposal of a Jointly Owned Real Estate, MCU Law Review, 17, pp. 63-102.

黃健彰：土地法第34條之1第2項的通知或公告義務—以多數共有人出賣前的通知義務為主

溫豐文，2023，土地法，修訂版，臺中：自版。

Wen, F. W., 2023, The Land Act Revised Edition, Taichung: Author.

劉春堂，1985，論共有人之優先購買權，收錄於劉春堂編民商法論集（一），臺北：自版，頁 251-265。

Liu, C. T., 1985, Right of First Refusal for Co-owners, in: Chun-Tang Liu, ed., Collection of Civil and Commercial Law Essays (Volume I), Taipei: Author, pp. 251-265.

劉春堂，2010，判解民法物權，修訂 7 版，臺北：三民。

Liu, C. T., 2010, Property Law Revised 7th Edition, Taipei: San-Min.

鄭玉波（陳榮隆修訂），2010，民法債編總論，修訂 2 版 7 刷，臺北：三民。

Zheng, Y. P., and J. L. Chen, (Reviser), 2010, Obligation Law, General Part, Revised 2nd Edition, Taipei: San-Min.

鄭冠宇，2024，民法物權，14 版，臺北：新學林。

Cheng, K. Y., 2024, Property Law 14th Edition, Taipei: New Sharing.

謝在全，1995，分別共有內部關係之理論與實務，臺北：自版。

Hsieh, T. C., 1995, Theories and Practices of Internal Relations in Joint Co-ownership, Taipei: Author.

謝在全，2023，民法物權論（上），修訂 8 版，臺北：自版。

Hsieh, T. C., 2023, Property Law of Civil Code Vol. I Revised 8th Edition, Taipei: Author.

謝哲勝，2002，忠實關係與忠實義務，收錄於謝哲勝編財產法專題研究（三），臺北：自版，頁 121-154。

Shieh, J. S., 2002, Fiduciary Relationships and Fiduciary Duties, in: Jer-Shenq Shieh, ed., Special Study on Property Law (Volume III), Taipei: Author, pp. 121-154.

謝哲勝，2020，民法物權，修訂 5 版，臺北：三民。

Shieh, J. S., 2020, Property Law Revised 5th Edition, Taipei: San-Min.

謝哲勝，2020，土地法，4 版，臺北：翰蘆。

Shieh, J. S., 2020, The Land Act 4th Edition, Taipei: Han-Lu.

蘇永欽，1999，物權行為的獨立性與無因性，收錄於蘇永欽編跨越自治與管制，臺北：五南，頁 219-259。

Su, Y. C., 1999, Independence and Abstract Nature Alternation of Real Right, in: Yeong-Chin Su, ed., *Beyond Autonomy and Regulation*, Taipei: Wunan, pp. 219-259.

蘇永欽，2002，私法自治中的國家強制—從功能法的角度看民事規範的類型與立法釋法方向，收錄於蘇永欽編走入新世紀的私法自治，臺北：元照，頁 5-58。

Su, Y. C., 2002, State Coercion in Private Law Autonomy, in: Yeong-Chin Su, ed., *Private Law Autonomy in the New Century*, Taipei: Angle, pp. 5-58.

蘇永欽，2010，全輪的共有物分割制度，台灣法學雜誌，第 155 期，頁 38-39。

Su, Y. C., 2010, The Co-ownership Division System Where All People Lose, *Taiwan Law Journal*, 155, pp. 38-39.

## 二、日文（依作者姓氏筆畫順序排列）

我妻榮，2000，債權各論 下卷一，26 刷，東京：岩波書店。

Wagatsuma, Sakae, 2020, *Kinds of Obligations, Volume 2, Part 1*, 26th printing, Tokyo: Iwanami Shoten.

角田光隆，2007，欧州事務管理法の原則と我国の事務管理法—事務管理の要件，信州大学法学論集，第 9 号，頁 179-212。

Tsunoda, Mitsutaka, 2007, Principles of European Management of Affairs Without Mandate Law and Japanese Management of Affairs Without Mandate Law: Requirements for Management of Affairs Without Mandate, *Shinshu Law Review*, 9, pp.179-212.

## 三、英文（依作者姓氏字母順序排列）

Bar, Christian von and Eric Clive (eds.), 2010, *Principles, Definitions and Model Rules of European Private Law: Draft Common Frame of Reference (DCFR) Full Edition Vol. 3*, New York: Oxford University Press.

Bell, Kristen E., 2008, Preserving Your Pocket Book: Narrowing the Unilateral Power of a Co-owner, *Louisiana Law Review*, 69, pp. 139-174.

Tracht, Marshall E., 2000, Co-Ownership and Condominium, in Boudewijn Bouckaert and Gerrit De Geest, eds., *Encyclopedia of Law and Economics II*, Cheltenham: Edward Elgar, pp. 62-89.



黃健彰：土地法第34條之1第2項的通知或公告義務—以多數共有人出賣前的通知義務為主

Weinberger, Alan M., 1994, Expanding the Fiduciary Relationship Bestiary: Does Concurrent Ownership Satisfy the Family Resemblance Test?, *Seton Hall Law Review*, 24, pp. 1767-1799.



# Performance Assessment of Freeway HOV Lanes via Big Data and Deep Learning

Chih-Lin Chung\*, Chia-Yi Pan\*\*

論文收件日期：113年05月25日

論文修稿日期：113年10月20日

論文接受日期：114年01月14日

## ABSTRACT

High-occupancy vehicle (HOV) lanes provide incentives to encourage carpooling and prioritize public transit, but they usually face criticism for underutilization compared to general-purpose (GP) lanes. This research collected nine months of quantitative traffic data in 77,611 files from the Freeway Bureau's open database. Such data assessed utilization dynamics between HOV and GP lanes on the Wu-Yang Freeway Viaduct in northern Taiwan. The analysis revealed an overall balanced operational state. However, on certain consecutive holidays, specific HOV segments exhibited surplus capacity with levels of service (LOS) A to C, while GP lanes experienced severe congestion at LOS E to F, identifying lane management hot spots. A deep learning-based multilayer perceptron model was thus developed to predict congested segments and periods, achieving results within a reasonable margin of error and demonstrating practical feasibility. The research recommendations include (1) adjusting control measures for southbound HOV lanes south of the Airport Interchange to optimize lane usage, (2) enhancing carpooling environments to maximize the benefits of HOV infrastructure, and (3) integrating the open database's file and data formats to improve user-friendliness while incorporating additional traffic data for even better model accuracy.

**Keywords:** Big Data, Deep Learning, Freeway Performance Assessment, High-Occupancy Vehicle (HOV) Lane, Multilayer Perceptron (MLP) Model

---

\* Associate Professor, Department of Transportation Management, Tamkang University, TEL: +886-2-26215656#2518, E-mail: cchung@mail.tku.edu.tw.

\*\* Junior Engineer, Evergreen Marine Corp. (Taiwan) Ltd.

# 基於大數據與深度學習法之 高速公路高乘載車輛車道績效評估

鍾智林\* 潘嘉宜\*\*

## 摘 要

高乘載車輛（HOV）車道具有鼓勵小汽車共乘和公共運輸優先通行的誘因，但往往因為使用率低於一般車道而飽受批評。本研究從高速公路局的開放資料庫擷取9個月、77,611個文件檔，進行量化的交通評估，以檢視國道五股楊梅（五楊）高架路段HOV車道和一般車道之間的動態使用關係。分析結果顯示，現階段整體運行狀況平衡，但在某些連續假日出現HOV車道為順暢的A-C級服務水準，一般車道為壅塞的E-F級，形成車道管理熱點，本研究進而開發一種基於深度學習法的多層感知器模型，用於預測壅塞路段和時段，模式預測結果在合理誤差範圍，具有實務應用可行性。文末總結建議（1）調整五楊高架路段的機場系統交流道以南之HOV南向車道管制措施，以優化車道容量使用；（2）健全共乘環境以發揮HOV車道的設置效益；（3）開放資料庫的檔案資料格式整合以增進使用友善性，並以大量的交通數據升級模型準確性。

關鍵詞：大數據、多層感知器模型、高乘載車輛車道、高速公路績效評估、深度學習法

---

\* 副教授，淡江大學運輸管理學系，TEL：(02)26215656#2518，E-mail：cchung@mail.tku.edu.tw。

\*\* 副工程師，長榮海運股份有限公司。

## I. INTRODUCTION

In 2001, the number of motor vehicles in Taiwan amounted to a modest 5.7 million; by the end of 2023, it surged to nearly 8.6 million with a growth rate of 51%. This escalation precipitated congestion on urban streets and contributed to recurrent traffic gridlocks on freeways, particularly during weekday peak hours and extended weekends. To provide reliable travel services, Taiwan's Freeway Bureau implemented several transportation demand management strategies to mitigate and distribute traffic flow. Prominent methods include ramp metering, variable toll rates, and HOV lanes. The domestic HOV regulations permit buses, taxis, and passenger cars carrying three or more occupants (HOV 3+) to use these dedicated facilities. HOV 3+ control measures are constantly enacted on Sunday afternoons at the northbound Freeway No. 5. A full-time HOV lane, the first of its kind in Taiwan, has been designated in both directions of the Wugu-Yangmei Viaduct of Freeway No. 1, also known as the Wu-Yang Viaduct HOV lane since 2013.

Advocates posit that HOV lanes could stimulate carpooling and public transit, thereby augmenting the efficiency of passenger transport and fostering environmental sustainability. On the contrary, specific local stakeholders have voiced apprehensions regarding the underutilization of HOV lane capacity, casting doubt on the waste of freeway resources. For instance, a proposal against HOV lanes was initiated on the Public Policy Network Participation Platform of the National Development Council (NDC, 2019); it suggested the removal of the Wu-Yang HOV lane, citing its low utilization rate. Despite the proposal failing to secure approval within the stipulated 60-day period and falling short of the endorsement threshold of 5,000 individuals, it underscored the considerable variance in utilization rates between HOV and GP lanes.

In some foreign jurisdictions, freeway authorities routinely release traffic review reports to assess the status of HOV lanes, determining whether they experience congestion or insufficient usage. These reports serve as the basis for making dynamic adjustments to HOV control measures. Unfortunately, there is a notable absence of publicly accessible official analyses about HOV operations in Taiwan. Since the launch of the HOV lanes on the Wu-Yang Viaduct, limited performance evaluation studies, if any, have been conducted, leading to divergent opinions on the HOV's effectiveness. The dearth of



objective dialogues in citizen participation and the lack of theoretical underpinnings for adjusting HOV controls contribute to the prevailing situation.

In light of the Freeway Bureau's persistent endeavors to establish a mega-database and conduct annual big data competitions to maximize the utility of open data, this study seeks to explore the lacunae in freeway HOV operational issues through data mining. The research objectives encompass comprehending the efficiency of HOV lanes relative to GP lanes and developing a predictive model for freeway traffic to manage congested periods and segments precisely.

## II. LITERATURE REVIEW

HOV facilities can be found in many urban areas worldwide, providing additional choices for carpoolers and public transit riders through lane differentiation. An examination of the decades-long evolution of U.S. HOV facilities reveals that the initial purpose of HOV lanes was to encourage public transit; subsequently, access was extended to high-occupancy passenger cars, aligning with the support of the U.S. Environmental Protection Agency (Chung, 2008). In the Clean Air Act Amendments (CAAA), the U.S. government officially announced that HOV lanes are among the 16 traffic management measures with air pollution mitigation potential. The CAAA funds witnessed a substantial growth period for U.S. HOV facilities in the 1990s (Cervero, 1999). Most U.S. HOV lanes require a minimum of two occupants per vehicle (HOV 2+) to optimize lane capacity. In instances where HOV 2+ lanes have residual capacity, some transform into high-occupancy toll (HOT) lanes, allowing free access for HOVs and toll-based access for non-HOVs.

In Taiwan, high-occupancy controls were first implemented on freeways during the 1994 Chinese New Year, with access limited to buses and HOV 4+ (Freeway Bureau, 1995). The access criteria were relaxed to HOV 3+ in 2003, a standard that remains in effect for current high-occupancy controls. HOV lanes were proposed in 2006 during the widening project of Freeway No. 1 from Yuanlin to Kaohsiung but did not work out (Chung, 2008). The environmental authority conditionally approved the environmental impact assessment for the Freeway No. 1 Wu-Yang Viaduct project in 2008, stipulating

the retention of HOV lanes. These lanes constitute the only 24-hour HOV facilities within Taiwan's freeway network.

Comparing the development trajectories of HOV lanes in Taiwan and the U.S. highlights the significant role of environmental departments. In the U.S., environmental budgets guided highway projects to incorporate HOV facilities, resulting in an oversupply that led to the transformation from public transit lanes to HOV 3+, HOV 2+, and even HOT lanes, diluting the essence of sustainability, albeit HOT lanes are more financially sustainable than HOV lanes since users pay a toll (Turnbull, 2005). On the other hand, establishing freeway HOV lanes in Taiwan was the transportation authority's passive one-time response to environmental assessment requirements. Subsequent freeway construction blueprints did not consider HOV lane options (Freeway Bureau, 2020). Fortunately, the HOV 3+ threshold has been maintained, aligning with the initial intent of enhancing passenger transport capacity.

The operational issues associated with HOV lanes can be categorized into two types. The first type pertains to enforcement, involving road users' adherence to occupancy regulations and compliance with ingress/egress controls marked on HOV lanes. Previous research has proposed strategies addressing enforcement training, engineering planning, traffic management, violation penalties, and technological enforcement for the Wu-Yang HOV lanes (Chung, 2010). The second type focuses on operational efficiency and safety. One aspect delves into the weaving behavior of micro-level traffic flows entering and exiting HOV lanes and whether it leads to bottlenecks and accidents. Albeit HOV lanes were frequently associated with an adverse effect on road safety (Gitelman and Doveh, 2023), empirical data and simulation analyses have not consistently supported the arguments for capacity reduction and bottlenecks (Cassidy et al.; Menendez and Daganzo, 2007).

This study targets another aspect of efficiency that explores the macro-level relationship between HOV and GP lanes, assessing whether HOV lanes provide incentives for congestion-free and time-saving travel while maintaining optimal utilization. The U.S. federal government specifies a rigid standard for HOV lanes, requiring that during a 180-day investigation period, more than 90% of peak hours should have speeds exceeding 45 mph. Failure to meet this criterion is considered a service downgrade, prompting remedial actions. States evaluate HOV operational performance based on this principle,

representing an absolute standard for HOV lanes (CA DOT, 2022; WS DOT, 2024). Additionally, California employs a relative standard, suggesting that HOV lanes should save one minute of travel time per mile compared to GP lanes (CA DOT, 2020).

From the traffic volume perspective, the U.S. Transportation Research Board (TRB, 1998) proposes a peak-hour lower limit threshold of 400-800 vehicles per hour per lane (vphpl) and an upper limit threshold of 1,200-1,500 vphpl. Subsequently, the American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO, 2004) recommends a single upper limit threshold of 1,600 vphpl. California defines a reasonable flow range for HOV lanes between 800 and 1,650 vphpl during peak hours (TRB, 2016), corresponding to LOS B to C in the U.S. Highway Capacity Manual; this ensures that HOV lanes do not operate at the low usage LOS A or fall into the gradually congested LOS D, safeguarding priority for public transit and high-occupancy vehicles. From the passenger throughput perspective, the essential requirement for HOV lanes compared to GP lanes is to transport more passengers with fewer vehicles (TRB, 1998). California explicitly suggests that HOV lanes should achieve a minimum threshold of 1,800 person trips during peak hours (CA DOT, 2020).

Machine learning techniques represent a subset of artificial intelligence that has recently gained widespread acceptance in traffic congestion prediction (Akhtar and Moridpour, 2021). Deep learning, a specific branch of machine learning, employs neural algorithms to achieve its objectives. In Taiwan, neural network methods are frequently applied in transportation research for tasks such as classifying, optimizing, and predicting traffic volumes and driver behavior (Wei and Chen, 2001). These algorithms construct an artificial neural network by training extensive historical data. The artificial neural network mimics the operations of the human neural network, featuring processing units capable of accepting, integrating, processing, and transmitting information. These units are interconnected to form a model, showcasing machine learning, exceptional recognition capabilities, and distributed knowledge storage characteristics. Neural networks are categorized into input, hidden, and output layers. While past limitations in computing power restricted networks to a single hidden layer, contemporary conditions permit the incorporation of multiple hidden layers, giving rise to the concept of deep learning.

### III. METHODOLOGY

The literature review indicates that the performance of HOV lanes can be assessed through absolute and relative indicators. The former entails establishing minimum criteria for speed, vehicle volume, passenger volume, or LOS for HOV lanes, while the latter focuses on ensuring speed or time-saving priority for HOV lanes compared to GP lanes. In selecting indicators, careful consideration should be given to data availability and subsequent applications' convenience. Due to the absence of automated passenger flow detectors and regular passenger flow surveys on Taiwan's freeways, the evaluation is initiated based on vehicle traffic data from the existing freeway database. This dataset encompasses vehicle volume, speed, and road occupancy reported by vehicle detectors (VDs). These data can contrast HOV and GP lanes under basic freeway segments with LOS defined by the Highway Capacity Manual (HCM).

The interrelationships between HOV and GP lanes are classified into three categories and six operational patterns, as depicted in Figure 1. This classification simultaneously incorporates HOV absolute standards of LOS C or above and relative standards of LOS not lower than GP lanes (Chung and Recker, 2009). The first category and pattern involve no intervention measures, denoted as DN for "Do Nothing." The LOS for both HOV and GP lanes is not lower than C and D, respectively. The HOV lane's performance is equivalent to or slightly better than GP lanes, allowing both to operate smoothly without additional traffic control measures. This situation most likely occurs during the off-peak period.

LOS		HOV lanes					
		A	B	C	D	E	F
GP lanes	A	DN			LM-2		
	B						
	C						
	D	MTLM-2					
	E						
	F	LM-1	MTLM-3	MTLM-1			

Figure 1 Interrelationships between HOV and GP lanes

Source: Chung and Recker (2009)

The second category requires adjustments to lane management measures, denoted as LM. This adjustment becomes necessary when there is a notable disparity in the LOS between HOV and GP lanes. The LM-1 pattern refers to situations where the HOV lane exhibits significantly low usage and surplus capacity, with LOS superior to GP lanes by at least three levels. In such cases, consideration should be given to reducing the vehicle occupancy threshold, e.g., transitioning from HOV 3+ to HOV 2+ or relaxing ingress/egress controls to divert GP lane traffic to the HOV lane. Conversely, the LM-2 pattern occurs when the HOV lane experiences congestion, yet there is still surplus capacity on the GP lanes. This scenario may arise due to a slow-moving vehicle impeding traffic in the HOV lane or drivers mistakenly perceiving the HOV lane as less congested. If LM-2 persists, consideration should be given to raising the occupancy threshold, loosening ingress/egress controls to redirect the HOV lane traffic to GP lanes, and enhancing real-time traffic information dissemination for the HOV lane to avoid misperception. LM-1 or LM-2 resulting from uneven lane usage is identified as lane management hot spots.

The third category represents scenarios where lane management measures are no longer effective, denoted as MTLM for “More Than Lane Management.” The MTLM-1 pattern refers to both HOV and GP lanes being congested. The MTLM-2 pattern signifies the congested HOV lane and nearly saturated GP lanes. The MTLM-3 pattern indicates congested GP lanes and the nearly saturated HOV lane. In any MTLM scenarios, exploring alternative traffic control measures (such as toll rate adjustments and ramp metering) or engineering solutions (such as road widening) is recommended rather than relying on lane management.

In the context of traffic forecasts, this study utilizes a multilayer perceptron (MLP) to establish a deep learning framework. The MLP, a backpropagation neural network, consists of feedforward and backpropagation stages. In the feedforward stage, input vectors are introduced into the input layer, propagated through hidden layers in a feedforward manner, and the network computes output values. Notably, the network connection weights remain fixed during this stage. In the backpropagation stage, the network connection weights are adjusted based on the error correction rule, aiming to approach the desired output values. The error function for the  $j^{\text{th}}$  neuron in the output layer is given by Eq. (1), and the sum of squared differences for the instantaneous values of output layer neurons is expressed in Eq. (2). The network error originates from variance



and bias, and model adjustments can be made by observing numerical trends. Here,  $C$  represents a subset containing all neurons in the output layer,  $N$  is the number of input training data, and the mean square error function is defined in Eq. (3). The batch learning mean square error function  $E_{av}$  for the given training dataset serves as an efficiency indicator for MLP learning to minimize  $E_{av}$ . Eq. (4) and Eq. (5) describe the output of the  $j^{\text{th}}$  neuron during the  $n^{\text{th}}$  learning cycle. Similar to the least mean squares method, the correction term in the backpropagation algorithm for connection weights is proportional to the gradient estimate and can be adjusted using a learning rate parameter, as shown in Eq. (6). Eq. (7) is applicable for the  $j^{\text{th}}$  neuron in the output layer, while Eq. (8) applies if the  $j^{\text{th}}$  neuron is in a hidden layer.

$$e_j(n) = d_j(n) - y_j(n) \dots\dots\dots (1)$$

$$E(n) = \frac{1}{2} \sum_{j \in C} e_j^2(n) \dots\dots\dots (2)$$

$$E_{av} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N E(n) \dots\dots\dots (3)$$

$$v_j(n) = \sum_{i=0}^P w_{ji}(n)y_i(n) + \theta_j \dots\dots\dots (4)$$

$$y_j(n) = \varphi_j(v_j(n)) \dots\dots\dots (5)$$

$$w_{ji}(n+1) = w_{ji}(n) + \eta \Delta w_{ji}(n) = w_{ji}(n) + \eta \delta_j(n) y_i(n) \dots\dots\dots (6)$$

$$\delta_j(n) = (d_j(n) - O_j(n)) O_j(n) (1 - O_j(n)) \dots\dots\dots (7)$$

$$\delta_j(n) = (y_j(n) - (1 - y_j(n))) \sum_k \delta_k(n) w_{kj}(n) \dots\dots\dots (8)$$

where

$i, j, k$ : neuron indices.

$n$ : number for the learning cycles.

$e_j(n)$ : raw error signal for the  $j^{\text{th}}$  neuron in the  $n^{\text{th}}$  learning cycle.

$d_j(n)$ : desired output for the  $j^{\text{th}}$  neuron in the  $n^{\text{th}}$  learning cycle.

$y_j(n)$ : actual output value for the  $j^{\text{th}}$  neuron in the  $n^{\text{th}}$  learning cycle. If the  $j^{\text{th}}$  neuron is in the output layer, it is represented as  $O_j(n)$ .

$E(n)$ : error based on the  $n^{\text{th}}$  learning cycle.

$E_{av}$ : average squared error across all training samples.

$w_{ji}(n)$ : connection weight from the  $i^{\text{th}}$  neuron to the  $j^{\text{th}}$  neuron in the  $n^{\text{th}}$  learning cycle.

$\Delta w_{ji}(n)$ : correction term for the connection weight.

$v_j(n)$ : internal activation state of the  $j^{\text{th}}$  neuron in the  $n^{\text{th}}$  learning cycle.

$\phi_j$ : activation function for the  $j^{\text{th}}$  neuron.

$\theta_j$ : threshold for the  $j^{\text{th}}$  neuron.

$\eta$ : learning rate parameter.

$\delta_j(n)$ : backpropagation error signal for the  $j^{\text{th}}$  neuron in the  $n^{\text{th}}$  learning cycle.

Due to its structure, the MLP method is classified as a deep learning technique. Unlike traditional machine learning models, which typically have fewer layers and rely on predefined features, deep learning models like the MLP automatically learn complex, hierarchical patterns from data. In the context of this research, the MLP's use of multiple hidden layers enables it to effectively model non-linear relationships and predict freeway traffic congestion with greater accuracy. This deep learning approach via backpropagation minimizes error and allows for more robust and nuanced predictions. Upon establishing the MLP model, accuracy training is performed using the backpropagation method. If the error values of the predicted results fail to converge, updates are applied to the MLP weights and biases. The training process iterates for 200 cycles, each batch containing 1,000 data points. The dataset is randomly partitioned into 80% for training data and 20% for validation testing data to assess the model's accuracy. Figure 2 depicts the MLP model construction steps, including data process, analysis, and prediction.

## IV. RESULTS AND DISCUSSION

### 1. Operational Performance Evaluation

The Wu-Yang Viaduct has connector ramps in Taishan and Zhungli to interchange the surface section of Freeway No. 1. Additionally, the Wu-Yang Viaduct can connect Freeway No. 2 via the Airport Interchange for traffic to and from Taoyuan International Airport. The HOV lane is located on the innermost lane from Taishan to Neili and can only be accessed at specific ingress/egress points, as shown in Figure 3. The study period spans from January to September 2018, predating the onset of the COVID-19 pandemic and avoiding the impact of unstable traffic factors because of the pandemic.

Based on the average daily traffic (ADT) announced by the Freeway Bureau for the years 2023 and 2018, it is evident that the recent traffic volumes (2023) are close to those during the study period (2018). On weekdays, there is a marginal ADT growth of 0.41%

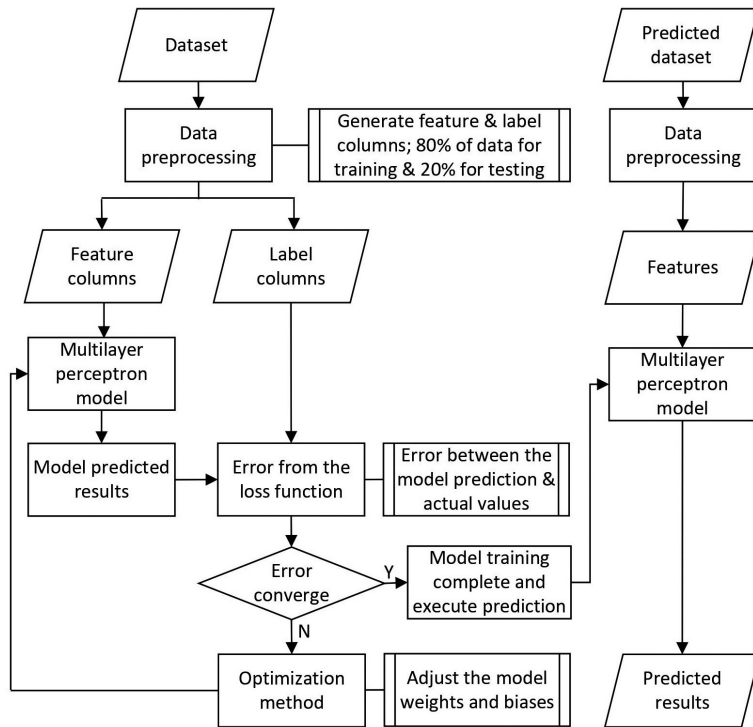


Figure 2 MLP model construction process for predictions of freeway congestion segments and period

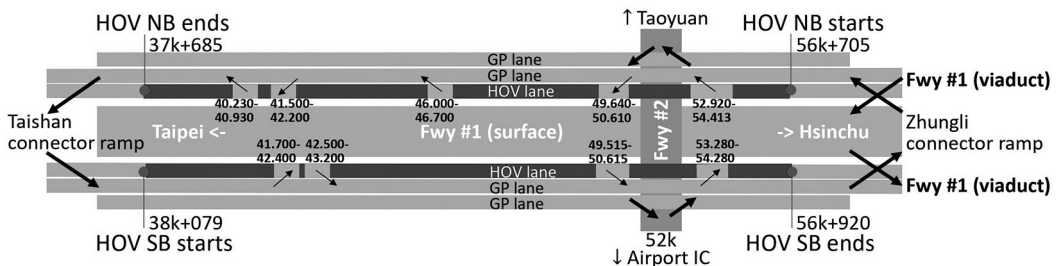


Figure 3 Wu-Yang Viaduct HOV lane schematic diagram

to 3.73%, while on weekends, there is a slight ADT decline of 0.73% to 4.12%, as shown in Table 1.

This study used web crawlers to capture data from the Freeway Bureau’s traffic database, including 77,090 5-min dynamic information VD files, 266 static information VD files, and 255 road sectional static information files. Through the extract-transform-

Table 1 Average daily traffic in 2018 and 2023 (veh/day)

	Southbound		Northbound	
	Taishan connector → Airport IC	Airport IC → Zhongli connector	Zhongli connector → Airport IC	Airport IC → Taishan connector
2018 weekday	52,776	39,038	38,592	51,566
2018 weekend	61,458	47,452	46,217	58,689
2023 weekday	52,990	40,495	39,707	52,687
2023 weekend	58,924	46,082	45,844	58,258
weekday % change	0.41%	3.73%	2.89%	2.17%
weekend % change	-4.12%	-2.89%	-0.81%	-0.73%

Source: Compiled from the Freeway Bureau (n.d.).

load (ETL) process, the data from the source end was extracted, transformed, and loaded into a temporary storage destination. Subsequently, the three types of information files were associated. Traffic data were collected by 9 VD sets for the southbound section from 38k+079 to 57k+920 and 10 VD sets for the northbound section from 37k+685 to 56k+705. The data explored the relationship between HOV and GP lanes, with a total data row count of over ten million during the nine months of the research period.

The results show that the bidirectional traffic was overall smooth on weekdays and weekends. The southbound average speed of the innermost HOV lane was maintained at 98-111 km/h with a density below 7 pcu/km/ln, corresponding to LOS A; the average speed of the middle and outer GP lanes was 93-107 km/h with a density below 14 pcu/km/ln, corresponding to LOS A and B. Northbound traffic was slightly higher, but the HOV lane’s average speed could still be maintained at 93-107 km/h with a traffic density below 11 pcu/km/ln, ensuring a stable condition of LOS A; the average speed of the GP lanes was 90-103 km/h with a density below 21 pcu/km/ln, ensuring LOS no worse than C. According to the relationship match between HOV and GP lanes in Figure 1, there were no lane management hot spots for both northbound and southbound HOV sections at various times of the day, indicating smooth lane operations.

One reason for no recurrent congestion is that the Wu-Yang Viaduct was planned in the early 2000s to meet projected 2030 traffic demand; the feasibility study (Taiwan Area National Freeway Bureau, 2005) anticipated it would maintain LOS D or better by

2030, consistent with our current findings. However, with freeway traffic growing 1–2% annually post-COVID-19 (Freeway Bureau, n.d.), the HOV lane may reach capacity around 2033. Another contributing factor is the authority’s proactive management, which monitors traffic and adjusts HOV lane ingress/egress points as needed (Freeway Bureau, 2018). To address potential underutilization during the early operational stage, Chung (2009) suggests converting Wu-Yang HOV 3+ lanes into HOV 2+ or HOT lanes that allow non-eligible vehicles to pay extra tolls.

On the other hand, consecutive holidays such as the Chinese New Year in February, the Qingming Festival in April, the Dragon Boat Festival in June, and the Mid-Autumn Festival may present different traffic patterns. These traditional festivals are moments of family reunions, and significant traffic volumes are often experienced. For the consecutive holidays in 2018, there were no lane management hot spots during the Lunar New Year and Dragon Boat Festival. It is most likely because the Lunar New Year holidays lasted six days, and people tended to spread their travels flexibly before or after the official holiday period. The Dragon Boat Festival was only three days long, and family trips had to consider children’s final exams or important school entrance exam dates in June and early July. Since many people had already gone home for tomb-sweeping in April, the 2018 Dragon Boat Festival did not witness a significant traffic flow in the study area.

In contrast, during the consecutive holidays of the Qingming Festival and Mid-Autumn Festival in 2018, there were a few periods and sections where LM-1 occurred, indicating that the LOS of the HOV lane was significantly better than the GP lanes. In specific instances, LM-1 hot spots were identified in the southbound morning hours from 7:10 to 8:30 on the Qingming Festival holidays before the end of the HOV lane at 55-57k, as shown in Figure 4; sporadic occurrences of LM-1 hot spots were found during the southbound afternoon hours from 16:00 to 17:00 on the Mid-Autumn Festival holidays, as shown in Figure 5.

Figures 4 and 5 share a commonality in that LM-1 is more likely to occur at 55-57k. Further examination of the viaduct configuration in Figure 2 reveals that this location is downstream from the 52K airport interchange, where traffic from Freeway No. 2 merged into the Freeway No. 1 (Wu-Yang) viaduct heading south. Although a 1-km length (53K+280~54K+280) is available for merging into the southbound HOV lane, this location is less than 3 km from the end of the HOV lane. Road users were less willing to



Post-km	7:10	7:15	7:20	7:25	7:30	7:35	7:40	7:45	7:50	7:55	8:00	8:05	8:10	8:15	8:20	8:25	8:30
39k+226	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN
44k+450	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN
46k+451	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN
48k+425	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN
50k+378	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN
51k+370	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN
52k+640	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN
55k+585	LM-1	DN	LM-1	LM-1	LM-1	LM-1	DN	LM-1	LM-1	DN	LM-1	DN	DN	DN	DN	DN	DN
56k+770	DN	DN	DN	DN	LM-1	DN	DN	LM-1	LM-1	LM-1	LM-1	LM-1	LM-1	LM-1	LM-1	DN	LM-1

Figure 4 Lane management hot spots of the Qingming Festival southbound traffic

Post-km	16:00	16:05	16:10	16:15	16:20	16:25	16:30	16:35	16:40	16:45	16:50	16:55	17:00
39k+226	DN	DN	DN	DN	DN	DN	LM-1	DN	DN	DN	DN	DN	DN
44k+450	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN
46k+451	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN
48k+425	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN
50k+378	DN	DN	LM-1	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN
51k+370	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN
52k+640	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN
55k+585	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	LM-1	DN	DN
56k+770	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	LM-1	DN	DN

Figure 5 Lane management hot spots of the Mid-Autumn Festival southbound traffic

switch from the outermost GP lane to the innermost HOV lane, and at the 58k point, the number of lanes was reduced from 3 to 2, causing congestion in the GP lanes due to lane imbalance. In light of this, the Freeway Bureau may consider removing the southbound HOV lane south of the airport interchange to utilize the lane capacity fully for all traffic. Alternatively, the entrance to the HOV lane could be extended from 53k+280 to the end at 56k+920, allowing eligible vehicles to gradually switch from the GP lanes to the HOV lane with less urgency.

## 2. Performance Prediction

Due to the distinct traffic characteristics during consecutive holidays compared to regular days, it is prone to lane management hot spots; this issue has received particular attention from the Freeway Bureau, which held a series of panel discussions. This study further analyzes traffic during consecutive holidays, incorporating temperature and rainfall data in response to the HCM's indication that climate factors could affect traffic flow. A deep learning model was constructed based on historical data from 2018 to predict congestion on the Wu-Yang HOV section during consecutive holidays in 2019. It involved a multilayer perceptron model architecture, as shown in Figure 6. The input layer includes variables such as the hour of the day, day of the week, consecutive holiday type, day of the consecutive holidays, post-km of VD, access control (no entry or exit, HOV entry only, and HOV exit only), lane number, temperature, and rainfall. The study established 2-3 hidden layers, with three proposed configurations: Alternative 1 with two hidden layers, each with 500 neurons; Alternative 2 with two hidden layers, each with 100 neurons; Alternative 3 with three hidden layers, each with 100 neurons. During

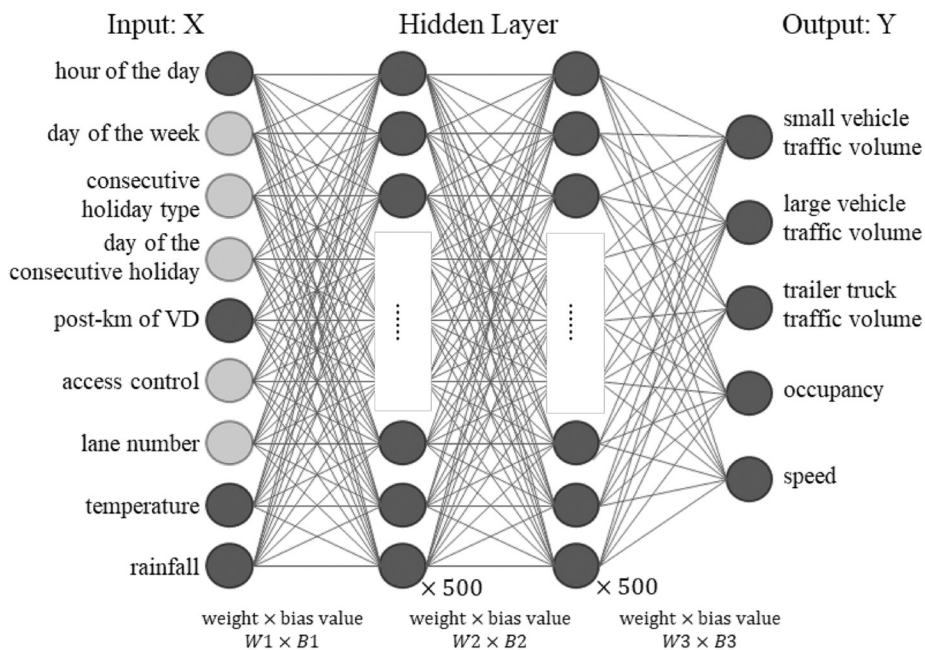


Figure 6 MLP model architecture

each training iteration, randomness in the neural network dropped 50% of the neurons to prevent overfitting. The output layer includes traffic volume, occupancy, and speed variables. The tuning of network parameters, such as learning rate and the number of epochs, was based on iterative cross-validation.

Two common indicators are used to evaluate the model’s effectiveness: accuracy and the mean absolute percentage error (MAPE). The accuracy indicator measures the proportion of predictions that match the actual results and is calculated by dividing the number of correct predictions by the total number of predictions, as shown in Eq. (9). This metric provides a straightforward measure of how often the model’s predictions are correct. On the other hand, MAPE assesses the model’s accuracy by calculating the percentage difference between the actual and predicted values. It involves computing the difference between the actual value and the predicted value for each observation, taking the absolute value of each of these differences to avoid negative values canceling out positive ones, and then calculating the average of these absolute percentage differences across all observations, as shown in Eq. (10). MAPE provides a relative measure of prediction accuracy, which can be especially useful when comparing models or assessing performance across different scales or datasets. MAPE values can be categorized into four levels: less than 10% for highly accurate predictions, 10-20% for excellent predictions, 20-50% for reasonable predictions, and over 50% for inaccurate predictions (Lewis, 1982).

$$\text{Accuracy} = \frac{\text{TP} + \text{TN}}{\text{TP} + \text{TN} + \text{FP} + \text{FN}} \dots\dots\dots (9)$$

where

TP: true positive prediction

TN: true negative prediction

FP: false positive prediction

FN: false negative prediction

$$\text{MAPE} = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \left| \frac{X_n - \hat{X}_n}{X_n} \right| \dots\dots\dots (10)$$

where

$X_n$ : the actual value of the  $n^{\text{th}}$  data

$\hat{X}_n$ : the estimated value of the  $n^{\text{th}}$  data

N: the number of data

The prediction results indicated that the model achieved an accuracy greater than 90% across all three alternatives, suggesting that the predicted lane management outcomes aligned closely with the actual results. The MAPE indicator for the three alternatives was around 39%, indicating reasonable forecasting accuracy, as shown in Table 2. Overall, the MLP model effectively predicted freeway traffic patterns during consecutive holidays.

Table 2 The effectiveness of model prediction

Alt.	No. of hidden layers	No. of neural	Training data size	Testing data size	MAPE (%)
1	2	500	226,799	56,310	39.03%
2	2	100	226,459	56,650	39.26%
3	3	100	226,395	56,714	39.35%

### 3. Development of a Sound Carpooling Scheme

The study results indicate that the current Freeway No. 1 HOV lanes are reliable (LOS C or above) and fast (vehicles can maintain the speed limit of 100 km/h). However, this has raised concerns regarding the underutilization of HOV lane resources (NDC, 2019). Addressing the issue necessitates the creation of a robust environment for HOV (carpooling) to attract more people to use carpooling for their travels. Specifically, some aspects need to be considered to enhance the utilization rate of HOV lanes.

Firstly, land use and transportation are deeply intertwined in a dynamic feedback loop. The availability and design of transportation infrastructure, such as freeways and HOV lanes, significantly shape urban development patterns. Conversely, land-use policies, including zoning and urban density regulations, affect transportation demand by dictating travel distances and traffic flows. In the case of the Wu-Yang Viaduct, the strategic placement of HOV lanes aims to offer sustainable commuting options such as carpooling and public transit. The success of these lanes also depends on the land use patterns: high-density commercial, industrial, and residential areas along the HOV corridor could form the basis of potential carpooling. Transportation planning must account for traffic management and the broader urban land-use context, as this can improve the efficiency of HOV lanes and better align freeway infrastructure with sustainable development goals.

Secondly, freeway HOV lanes are primarily used by medium- to long-distance commuting trips; therefore, employers' attitudes toward employee carpooling will be

crucial. The Xizhi, Nangang, and Neihu areas in eastern Taipei have formed a high-tech corridor, which suffers from severe recurrent traffic congestion during peak hours. The former mayor of Taipei even publicly stated that there is no solution for traffic improvement in the Neihu Technology Park. Guided by the environment, social, and governance (ESG) trend, many enterprises along the high-tech corridor are beginning to explore feasible corporate social responsibility (CSR) measures. Employee carpooling can reduce single-occupancy vehicles, further alleviating road traffic volume, and is regarded as a sustainable ESG strategy (Imperial College London, 2020). If employers can actively encourage employee carpooling and emulate guarantee ride-home programs to remedy the absence of temporary carpool partners, it will enhance employees' willingness to carpool.

Thirdly, transportation authorities lack an integrated shared transportation policy, which includes shared bicycles, motorcycles, cars, and ride-sharing (carpooling). Local governments in Taiwan often focus mainly on shared bicycles (YouBike), with some cities introducing shared motorcycles and cars. In contrast, transportation authorities do not actively promote ride-sharing. In New Taipei City, for instance, carpooling is advocated by the Environmental Protection Bureau via a carpooling information website simply because carpooling has some environmental protection implications. Essentially, carpooling is a part of the transportation system. The transportation departments should play a leading role, engage in extensive discussions on carpooling policies, clarify the positions of various shared transportation modes, and continuously plan HOV lanes and park-and-ride facilities for building a carpooling-friendly environment. In addition, the governmental endorsement of carpooling with auditing mechanisms could mitigate the perceived risk of sharing a ride with strangers, which is a primary barrier to carpooling (Créno and Cahour, 2024).

Fourthly, the use of technological tools is crucial. Carpool matching was done manually in the early days when technology was underdeveloped. Nowadays, with the advancement of information and communication technology infrastructure, taxi-pooling like UberX Share is available and well received in many cities such as New York, Los Angeles, Chicago, and San Francisco; it allows riders to share trips with others headed in the same direction, offering a more affordable option with up to a 20% discount on fares (Engadget, 2022). This service demonstrates that real-time and efficient matching technology has matured for taxi-pooling and potentially for carpooling. Although Uber



in Taiwan does not yet offer taxi-pooling features, the Ministry of Transportation and Communications (MOTC) can guide Uber or other companies in promoting taxi- or carpooling. The MOTC's mobility as a service (MaaS) project, Umaji, also includes developing a reserved carpool pickup platform module. Users are more likely to adopt tech-based carpooling if it is perceived as reliable and easy to understand (Créno and Cahour, 2024). A sound HOV scheme can thus be established through a combined effort of enterprises, government, and technology.

Last but not least, transportation pricing is a key component of traffic management aimed at reducing congestion. Current regulations cap freeway tolls at twice the standard rate. The Freeway Bureau implements various tolling strategies during consecutive holidays, such as canceling the 20-km free toll, offering an 80% discount on Freeway No. 3 to divert traffic from the more congested Freeway No. 1 spatially, and suspending tolls at midnight to temporally shift traffic away from daytime hours. Potential toll modifications for HOV lanes include raising GP lane tolls, reducing HOV lane tolls, or simultaneously increasing GP tolls and reducing HOV tolls, with the latter having the most significant impact on HOV lanes. In extreme cases, doubling GP tolls while making HOV lanes free could save drivers NT\$46 on the current 19-km HOV stretch, encouraging carpooling and boosting overall freeway passenger throughput. Nonetheless, this may result in congestion in the HOV lanes and create an LM-2 situation. Therefore, careful toll adjustments are necessary to maintain efficient operations, ideally LOS C for HOV lanes and LOS D for GP lanes.

## V. CONCLUSIONS

Taiwan inaugurated the first freeway HOV lane in 2013 upon opening the Wu-Yang viaduct. There has been no comprehensive literature regarding the operational performance assessment of the Wu-Yang HOV lane since its inception. This study addresses this gap by leveraging nine months of traffic data from 19 VD sets. The investigation focuses on the approximately 20-km stretch to explore the mutual relationship between the HOV and GP lanes. The findings reveal that, even during peak weekdays and weekends, the HOV lane could generally be maintained at LOS C or

above, while the GP lanes at LOS D or above. The travel speed on the HOV lane is, to some extent, higher than that on the GP lanes. It thus incentivizes road users to opt for the HOV lane and aligns with the ideal conditions for HOV lane deployment.

However, a distinct pattern emerged during consecutive holidays. The freeway viaduct segment south of the Airport Interchange experienced lower utilization of the southbound HOV lane, while the GP lanes faced excessive congestion. This imbalance suggests that the current configuration of the HOV lane may not be optimal during high-traffic holiday periods. The study proposes two potential solutions to mitigate the problem. One is to extend the HOV ingress/egress section, allowing vehicles more flexibility to enter or exit the HOV lane, potentially improving its utilization and overall traffic flow. The other is to remove the southbound HOV lane south of the Airport Interchange; it could release the surplus capacity of the HOV lane and allow all vehicles to use the additional lane space, thereby reducing congestion in the GP lanes.

For traffic predictions of consecutive holidays within the research scope, the MLP model demonstrated reasonable results based on the accuracy and MAPE indicators. The study recommends more consecutive holiday data for prediction to enhance efficiency and accuracy. Meanwhile, the MOTC and the Freeway Bureau have made a significant amount of transportation data accessible to the public—nonetheless, differences in data fields and file storage formats present challenges that hinder the effective use of data for analysis and decision-making. The study suggests that MOTC's dedicated unit, the Transport Data eXchange (TDX) platform, should integrate pre-processed freeway ETC and VD data to overcome the challenges mentioned above. This integration would improve data readiness, attracting more academic and private research work on the government's open data. It could bring significant benefits, such as improved traffic management strategies and enhanced transportation planning.

## REFERENCES

AASHTO, 2004, Guide for High-Occupancy Vehicle Facilities.

Akhtar, M. and S. Moridpour, 2021, A Review of Traffic Congestion Prediction Using Artificial Intelligence, *Journal of Advanced Transportation*, 2021 Article ID 8878011. DOI: 10.1155/2021/8878011.

- CA DOT, 2020, High-Occupancy Vehicle Guidelines for Planning, Design and Operation, Retrieved from: <https://dot.ca.gov/-/media/dot-media/programs/traffic-operations/documents/managed-lanes/hov/hov-guidelines-2020-a11y.pdf>.
- CA DOT, 2022, California High Occupancy Vehicle Facilities Degradation Report, Retrieved from: <https://dot.ca.gov/dot/programs/traffic-operations/hov/hov-degradation-report>.
- Cassidy, M., C. Daganzo, K. Jang, and K. Chung, 2006, Empirical Reassessment of Traffic Operations: Freeway Bottlenecks and the Case for HOV Lanes, Institute of Transportation Studies, University of California at Berkeley.
- Cervero, R., 1999, Reviving HOV Lanes, *Transportation Quarterly*, 53(4), pp. 67–81. DOI: 10.1007/BF02125332.
- Chung, C. L., 2008, Preliminary Discussion on Key Topics of High-Occupancy Vehicle Lane Implementation in Taiwan, *Urban Traffic Biannually*, 23(1), pp. 15–33. DOI: 10.29774/UT.200806.0002.
- Chung, C. L., 2009, Strategic Study of Applying Congestion Pricing to Freeway High-Occupancy Vehicle Lanes in Taiwan, *Urban Traffic Biannually*, 24(1), pp. 41–55. DOI: 10.29774/UT.200906.0004.
- Chung, C. L., 2010, Enforcement Issues on Freeway High-Occupancy Vehicle Lanes in Taiwan, *Urban Traffic Biannually*, 25(1), pp. 35–45. DOI: 10.29774/UT.201006.0003.
- Chung, C. L. and W. Recker, 2009, An Approach to Assessing Freeway Lane Management Hot Spots, *Transportation Research Record*, 2099(1), pp. 141–150. DOI: 10.3141/2099-16.
- Créno, L. and B. Cahour, 2024, Learning from the Real Practices of Users of a Smart Carpooling App, *European Transport Research Review*, 12(3), pp. 25–40. DOI: 10.1186/s12544-020-00429-3.
- Engadget, 2022, Uber Will Bring Back Shared Rides to Nine US Cities this Summer, Retrieved from: <https://www.engadget.com>.
- Freeway Bureau, 1995, 1994 Freeway Annual Report.
- Freeway Bureau, 2018, Adding Exit Sections to the HOV Lane of the Wugu-Yangmei Elevated Section on National Freeway No. 1 to Enhance Lane Operational Efficiency [Press release], Retrieved from: <https://168.motc.gov.tw/theme/news/post/1906121102146>.

- Freeway Bureau, 2020, Taiwan Freeways 50th Anniversary Special Report.
- Freeway Bureau, n.d., Freeway Average Daily Traffic Volume by Year, Retrieved from: <https://www.freeway.gov.tw/Publish.aspx?cnid=1652>.
- Gitelman, V. and E. Doveh, 2023, Examining the Safety Impacts of High-Occupancy Vehicle Lanes: International Experience and an Evaluation of First Operation in Israel, *Sustainability*, 15(18), pp. 13976. DOI: 10.3390/su151813976.
- Imperial College London, 2020, Incentivizing Low-Carbon Travel, Grantham Institute, Retrieved from: [https://www.imperial.ac.uk/media/imperial-college/grantham-institute/public/publications/evidence--submission-papers/Incentivising-low-carbon-travel\\_2020.pdf](https://www.imperial.ac.uk/media/imperial-college/grantham-institute/public/publications/evidence--submission-papers/Incentivising-low-carbon-travel_2020.pdf).
- Lewis, C. D., 1982, *Industrial and Business Forecasting Methods: A Practical Guide to Exponential Smoothing and Curve Fitting*, Butterworth Scientific.
- Menendez, M. and C. Daganzo, 2007, Effects of HOV Lanes on Freeway Bottlenecks, *Transportation Research Part B: Methodological*, 41(8), pp. 809–822. DOI: 10.1016/j.trb.2007.03.001.
- National Development Council (NDC), 2019, Proposal: Deactivate the Weekday HOV Lanes on the Wu-Yang Viaduct, Retrieved from: <https://join.gov.tw/idea/detail/0152a307-d4c7-429c-8ca8-4c500769a367>.
- Taiwan Area National Freeway Bureau, 2005, Feasibility Study for the Widening Project of National Freeway No. 1, Wugu to Yangmei Section.
- Transportation Research Board (TRB), 1998, HOV Systems Manual, Retrieved from: [https://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/nchrp\\_rpt\\_414.pdf](https://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/nchrp_rpt_414.pdf).
- Transportation Research Board (TRB), 2016, Highway Capacity Manual.
- Turnbull, K. F., 2005, HOV and HOT Lanes in the United States, Proceedings of ETC 2005, Strasbourg, France, 18–20 September 2005.
- Wei, C. and I. Chen, 2001, Review of Artificial Neural Network Research and Applications in Transportation, *Transportation Planning Quarterly*, 30(2), pp. 323–347. DOI: 10.6402/TPJ.200106.0323.
- WS DOT, 2024, HOV Policy, Retrieved from: <https://wsdot.wa.gov/travel/roads-bridges/hov-lanes/hov-policy>.

## 運用衛星影像進行六龜區域崩塌地景監測與 影響因素分析

王韻皓\* 謝漢欽\*\* 林政融\*\*\* 廖學誠\*\*\*\*

論文收件日期：113年09月04日

論文修稿日期：114年01月03日

論文接受日期：114年01月21日

### 摘 要

本研究目的在於運用多時期衛星影像，結合物件導向（Object-Based）方法和支持向量機（support vector machine, SVM）分類技術，以及地景指標，對六龜試驗林莫拉克颱風前至2024年間的崩塌地變動進行監測，並進一步利用邏輯迴歸進行崩塌潛勢預測。結果顯示，崩塌地面積在2009年8月由111.90 ha急劇增加至748.00 ha，隨後逐漸減少至2024年的230.46 ha。而地景破碎化和複雜度在災後也隨時間慢慢減少，顯示地景結構逐漸恢復完整連續。透過新增崩塌地分析的結果，在2011至2024年間，崩塌地面積變化存在波動，其中2013年達到顯著峰值，新增崩塌地面積達253 ha，與2013年發生多起重大豪雨事件相符。在邏輯迴歸模型分析結果，顯示高程、坡度、距河川距離和坡向為主要影響崩塌潛勢的因素，其中以河川距離和坡度對崩塌發生的影響最為顯著，模型效能評估顯示，AUC值為0.704，總體準確率為64.2%，這結果也代表著模型在崩塌潛勢預測具備一定的參考價值。總體而言，本研究利用人工智慧分類方法，量化時間序列崩塌資料，不僅提供了崩塌地長期監測的資訊和技術參考，也為區域防災減災策略制定提供了重要的科學依據。

關鍵詞：物件導向、支持向量機、地景指標、崩塌潛勢、邏輯迴歸

\* 助理研究員，林業試驗所，TEL：(02)23039978，E-mail：annywang@tfri.gov.tw。

\*\* 研究員，林業試驗所，TEL：(02)23039978，E-mail：mickey@tfri.gov.tw。

\*\*\* 計畫助理，林業試驗所，TEL：(02)23039978，E-mail：james1778@tfri.gov.tw。

\*\*\*\* 教授，國立臺灣師範大學地理學系，通訊作者，TEL：(02)77491649，E-mail：liaw@ntnu.edu.tw。



# Monitoring and Susceptibility Assessment of Landslides in the Liouguei Area Using Satellite Imagery

Uen-Hao Wang\*, Han-Ching Hsieh\*\*,  
Zheng-Rong Lin\*\*\*, Shyue-Cherng Liaw\*\*\*\*

## ABSTRACT

The purpose of this study is to utilize multi-temporal satellite imagery, combined with Object-Based methods and Support Vector Machine (SVM) classification techniques, along with landscape metrics, to monitor landslide dynamics in the Liouguei Experimental Forest from before Typhoon Morakot up until 2024. Additionally, the study aims to further apply logistic regression for predicting landslide susceptibility. The results showed that the landslide area increased sharply from 111.9 hectares in August 2009 to 748 hectares, then gradually decreased to 230.46 hectares by 2024. The landscape fragmentation and complexity also gradually decreased over time after the disaster, indicating that the landscape structure is slowly recovering to a more intact and continuous state. The analysis of new landslides between 2011 and 2024 revealed fluctuations, with a significant peak in 2013, when the new landslide area reached 253 hectares, corresponding to several major heavy rainfall events that year. Logistic regression analysis identified elevation, slope, distance to rivers, and aspect as key factors influencing landslide susceptibility, with distance to rivers and slope having the most significant impact. Model performance evaluation showed an AUC value of 0.704 and an overall accuracy of 64.2%, indicating that the model has some reference value for landslide susceptibility prediction. Overall, this study demonstrates the use of AI-based classification methods to quantify time-series landslide data, providing valuable information and technical references for long-term landslide monitoring and offering critical scientific support for regional disaster prevention and mitigation strategies.

**Keywords:** Object-Based, Support Vector Machine, Landscape Metrics, Landslide Susceptibility, Logistic Regression

---

\* Assistant Researcher, Taiwan Forestry Research Institute, TEL: (02)23039978, E-mail: annywang@tfri.gov.tw.

\*\* Researcher, Taiwan Forestry Research Institute, TEL: (02)23039978, E-mail: mickey@tfri.gov.tw.

\*\*\* Assistant, Taiwan Forestry Research Institute, TEL: (02)23039978, E-mail: james1778@tfri.gov.tw.

\*\*\*\* Professor, Department of Geography, National Taiwan Normal University, Correspondent author, TEL: (02)77491649, E-mail: liaw@ntnu.edu.tw.

## 一、前 言

台灣的森林覆蓋率約佔全國面積的60%，在生態系統服務中具有不可或缺的重要性（林業及自然保育署，2008）。森林不僅為豐富的生物多樣性提供了棲息地，還在減緩氣候變遷和水土保持方面發揮了關鍵作用。然而，隨著氣候變遷的加劇，自然災害頻傳，尤其是崩塌事件對森林區域造成了嚴重的破壞。崩塌不僅直接摧毀了大面積的森林植被，導致生態棲息地的破碎和毀壞，更為嚴重的是，崩塌改變了區域的水文循環，增加了地表逕流和洪水風險，削弱了森林的碳儲存能力，從而對全球氣候變遷產生負面影響。因此，崩塌地對森林區域的破壞不僅僅是生態系統的危機，也對人類社會和地球環境帶來了嚴峻的挑戰。

位於台灣南部的林業試驗所六龜試驗林，擁有約98%的森林覆蓋率，其中天然林約佔83%，人工林約佔15%，豐富的森林資源為該區域的生態系統服務帶來了重要貢獻。然而，2009年8月8日莫拉克颱風帶來的強降雨，引發了大規模的崩塌和土石流。六龜試驗林鳳崗觀測站在颱風期間觀測到該區歷史最大降雨紀錄，單日降雨量高達1,290 mm（陸象豫等，2018），這場大豪雨引發了約204處崩塌，總面積約804.49 ha（陸象豫等，2011），對森林生態系統造成了嚴重破壞，導致林地崩落和地貌改變（鍾安晴等，2022）。目前已有許多研究關注莫拉克颱風對六龜地區的影響，但針對該地區後續崩塌動態的持續研究較為缺乏，尤其是對長期崩塌變動的分析。鑑於六龜試驗林豐富的森林資源，針對此區域進行長期監測，以瞭解崩塌地的長期變動情況並評估崩塌潛勢預測，對於區域減災措施的制定具有重要意義。

自1970年代Landsat資源衛星首次升空後，多光譜衛星影像已成為監測地表覆蓋變化的重要工具，因其能夠提供多時序和不同空間尺度的廣泛資訊，尤其是在人類難以到達的區域（Zhou et al., 2021）。遙測技術被廣泛應用於自然災害後的評估和發展進程的追蹤（宋承恩等，2022），提供清晰和準確的空間資訊，使研究者同時觀察小尺度空間和大尺度景觀的動態變化（Dislich and Huth, 2012），這為自然災害的規劃、評估與應用提供了全面的整合方法（Marlier et al., 2022）。應用衛星影像進行長期監測時，目前大多先將影像分類，並將分類後的土地覆蓋圖再進行變化偵測（Chughtai et al., 2021），因此選擇合適的影像分類技術至關重要。在傳統像元式影像分類方法，容易因單一像元問題，而產生椒鹽效應，因此為解決問題，物件導向的分類方法被提出使用（孔繁恩等，2014），物件式的分類方法著重在將同質性區塊分割出來，並且用做影像分類的最小單元，因此目前已有許多研究結合物件導向與其他分類方法，進行衛星影像分類（Tzotsos and Argialas, 2008；

Petropoulos et al., 2012)。其中支持向量機機器學習分類方法，尤其適合處理高維度和非線性數據，Tzotsos and Argialas (2008) 提出利用物件導向結合支持向量機進行影像分類，已證明有優越的效果，Chughtai et al. (2021) 也提出支持向量機方法在分類上呈現高精度的表現，因此本研究參考前人研究，以物件導向結合SVM先進行衛星影像分類，以取得高精度的土地覆蓋型圖。

此外，地景生態學強調空間異質性和生態過程之間的相互作用 (Ekwealor et al., 2019)，已發展出量化和描述區域的空間特徵 (Griffith, 2002)，McGarigal et al. (2002) 研發出Fragstats軟體，為分析地景結構的軟體，可計算地景指標，並且結合遙測和實地測量資訊，進行地理空間分析，以有效分析生態系統的組成和配置變化 (Narmada et al., 2021)。許多研究已利用地景指標來監測地景結構的變化，尤其在森林變化和土地利用預測中顯示出應用的潛力 (Cushman et al., 2017; Fynn and Campbell, 2018; Talukdar et al., 2021; Arora et al., 2021)。因此本研究選擇使用地景指標來監測崩塌變動，以分析地景結構在時間上的演變。尤其是莫拉克颱風如此大型崩塌事件後，地景結構受到巨大影響，其後地景破碎恢復的過程中，本研究持續利用邏輯迴歸探討新增崩場地與環境變數的關係，旨在排除大型災害事件，建立準確的崩塌預測模型。

綜上所述，本研究主要目標如下：(1) 利用衛星影像結合物件導向與SVM分類方法，生成六龜試驗林多時序崩塌圖；(2) 結合地景指標分析崩場地的長期動態變化；(3) 建構崩塌潛勢預測模型。透過這些目標，期能填補現有文獻對莫拉克颱風後在六龜試驗林崩塌長期變動的研究，也提供該區域後續防災減災規劃之參考。

## 二、研究方法

### (一) 研究區域

本研究以林業試驗所轄管之六龜試驗林為研究範圍 (圖1)，林區位於臺灣本島南部，荖濃溪以東，中央山脈西側之狹長地帶，南北長約19.5 km，東西寬約13.0 km。林區海拔高度介於250 ~ 2,600 m間，位於荖濃河流域，由其支流濁口溪底至林巴拉山，高程相差2,000 m以上，行政區大部份劃屬在高雄市茂林區。其東面及北角鄰接國有林之荖濃溪事業區，南及西南連接屏東事業區，西南及北隅大部份與保留地及公私有林連接，地形呈南北走向，全區面積約9,882 ha，其中天然林約佔83%，人工林約佔15%，其他約佔2% (林文智，2012)。

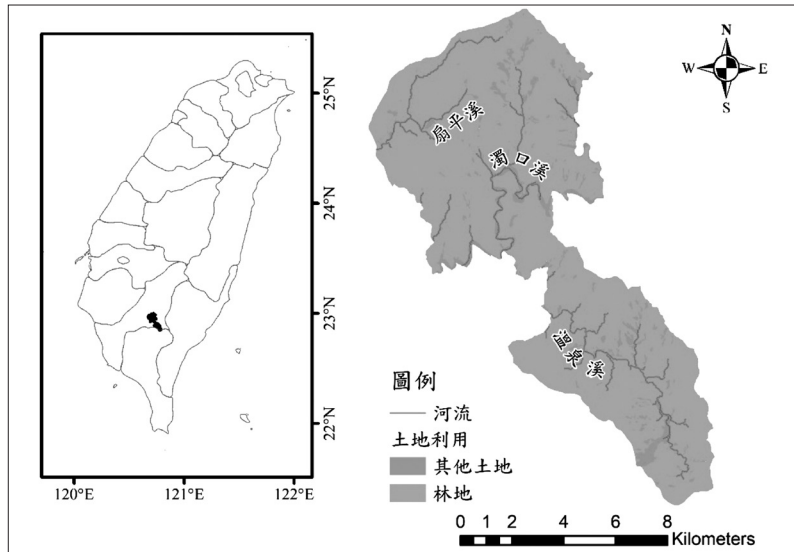


圖1 六龜試驗林位置圖

## (二) 研究材料

本研究所使用的主要材料為多時期的衛星影像，其詳細影像資訊如表1所示，研究的主要目的是結合衛星影像資料與分類技術，生成多時序土地覆蓋型圖，以進行後續長期崩塌變動分析。此外，在崩塌潛勢分析所使用的關鍵變數，主要來自內政部地政司提供的2010年 $1\text{m} \times 1\text{m}$ 的數值高程模型（digital elevation model, DEM）及水利署的河川GIS圖檔。

## (三) 影像分類

本研究的影像分類方法主要利用物件導向影像分析結合SVM機器學習分類方法，對多時期衛星影像進行分類。所使用的主要工具為Ecognition軟體，首先針對影像進行分割，劃分為多個區塊（即物件）。設定土地覆蓋型類別為崩場地、裸露地、植生及陰影等四類，根據不同類別選取相應的訓練樣本，並結合物件特徵與光譜參數進行SVM分類器的訓練與建置。光譜參數部分包括紅光（R）、綠光（G）、藍光（B）、近紅外（NIR）波段及常態化差異植生指數（normalized difference vegetation index, NDVI），公式如式（1），這些參數作為輸入特徵並用於分類模型的訓練，之後再對全區進行分類。而在裸露地與崩塌地的區別，參考實際影像崩塌與裸露地的坡度，設定以坡度 $20^\circ$ 為門檻值，輔助兩者類別的區分。

表1 使用衛星影像日期與種類

拍攝日期	感測器	波段	解析度
2009/05/09	FORMOSAT-2	4	2m (PAN) 、8m (XS)
2009/08/19	FORMOSAT-2	4	2m (PAN) 、8m (XS)
2011/08/17	FORMOSAT-2	4	2m (PAN) 、8m (XS)
2013/07/03	SPOT6	4	1.5m (PAN) 、6m (XS)
2015/04/14	SPOT6	4	1.5m (PAN) 、6m (XS)
2017/11/17	SPOT6	4	1.5m (PAN) 、6m (XS)
2019/12/11	SPOT6	4	1.5m (PAN) 、6m (XS)
2021/02/02	SPOT7	4	1.5m (PAN) 、6m (XS)
2023/01/15	SPOT6	4	1.5m (PAN) 、6m (XS)
2024/01/03	SPOT6	4	1.5m (PAN) 、6m (XS)

$$NDVI = (NIR - R) / (NIR + R) \dots\dots\dots (1)$$

NIR為近紅外光段，R為紅光段。

為了評估分類結果的準確性，本研究針對10個時期的衛星影像，每期影像選取1,000個隨機分佈的檢核點，利用航照判釋方法，判釋檢核點在航照影像上實際土地覆蓋類別，與透過影像分類模型，所生成的多時期土地覆蓋圖進行比較分析，計算分類結果的總體精度及Kappa值（如式（2）），以評估分類的效能，Kappa介於0至1之間，Kappa值越大則表示分類準確度越高。

$$Kappa = \frac{N \sum_{i=1}^n X_{ii} - \sum_{i=1}^n (X_{i+} * X_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^n (X_{i+} * X_{+i})} \dots\dots\dots (2)$$

n為分類矩陣之列數， $X_{ii}$ 為分類矩陣中欄列對角之樣點數目， $X_{i+}$ 、 $X_{+i}$ 為分類矩陣中各欄及各列之樣點數目，N為全部樣點數目。

#### （四）崩塌變動分析

本研究使用ArcGIS Pro軟體對多時期土地覆蓋型圖中的崩場地類別進行檢測與分析，以量化其時空變化特徵。

##### 1. 資料處理

首先，從10期土地覆蓋型圖中提取陰影類別，並將這些時期的陰影範圍進行聯集處理，形成整體陰影區域，此區域不納入進一步的分析中。後續將每期的土地覆蓋型圖扣除陰影聯集區域，得到每期實際進行分析的土地覆蓋範圍。



## 2. 崩塌地面積變化量化

使用ArcGIS的空間分析工具，對每期處理後的土地覆蓋型圖進行崩塌地面積的量化。主要目的是準確計算和比較不同時期崩塌地的面積，從而偵測崩塌地的動態變化趨勢。

## 3. 新增崩塌地分析

主要以莫拉克颱風發生後2009年8月19日的影像，所生成的土地覆蓋型圖作為基線資料，並以此基線，計算並分析後續各時期新增的崩塌地面積，以呈現時間序列崩塌地的新增和消長情況。

### （五）地景指標（Landscape Metrics）

為探討莫拉克颱風對六龜試驗林森林生態系統地景結構的影響，特別是在大型崩塌災害發生後地景結構的長期變化，本研究採用地景指標對地景結構的變動進行分析。研究主要選擇了能夠代表不同空間特徵的地景層級指標，這些指標包括代表密度和邊緣特性的地景指標，如區塊數目（number of patches, NP）和邊緣密度（edge density, ED）；代表形狀特徵的景觀形狀指數（landscape shape index, LSI）以及碎形維度（PAFRAC）；代表聚集特性的聚集度指數（CONTAG）和分離度指數（SPLIT）等（表2），使用Fragstats軟體計算出崩塌地的地景指標，來評估崩塌地的地景結構變動情形。

### （六）預測模型建立

#### 1. 邏輯迴歸模型

##### （1）使用變數

參考前人研究（Dang et al., 2020; Sevgen et al., 2019; Nhu et al., 2020），本研究在模型訓練中，選取了高程、坡度、坡向、地形濕度指數（topographic wetness index, TWI）、逕流強度指數（stream power index, SPI）、曲率、平面曲率、剖面曲率及距河道距離等可能影響崩塌的關鍵變數，建構崩塌潛勢預測模型，這些自變數的選擇基於其在地形和水文動力學中對崩塌發生的潛在影響，詳細的變數資料來源如表3。

地形相關參數，主要使用由地政司提供的2010年1 m×1 m解析度的DEM資料計算所得，包括高程、坡度、坡向、曲率、平面曲率、剖面曲率、地形濕度指數以及逕流強度指數等。



表2 本研究所使用之地景指標

地景指標	縮寫	公式	描述
區塊數量	NP	$NP = N$	N = 坵塊數量
邊緣密度	ED	$ED = \frac{E}{A}(10000)$	E = 坵塊總邊緣長度 (m) A = 地景總面積 (m <sup>2</sup> )
景觀形狀指標	LSI	$LSI = \frac{0.25E}{\sqrt{A}}$	E = 坵塊總邊緣長度 (m) A = 地景總面積 (m <sup>2</sup> )
碎形維度	PAFRAC	PAFRAC $= \frac{[N \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (\ln p_{ij} - \ln a_{ij})] - [(\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (\ln p_{ij})) (\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \ln a_{ij})]}{(N \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (\ln p_{ij}^2)) - (\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \ln p_{ij})}$	a <sub>ij</sub> = 坵塊ij面積 (m <sup>2</sup> ) p <sub>ij</sub> = 坵塊ij周長 (m) N = 坵塊數量
聚集度指標	CONTAG	CONTAG $= \left[ 1 + \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^m \left[ (P_i) \left( \frac{g_{ik}}{\sum_{k=1}^m g_{ik}} \right) \right] + \left[ \ln(P_i) \left( \frac{g_{ik}}{\sum_{k=1}^m g_{ik}} \right) \right]}{2 \ln(m)} \right] (100)$	p <sub>i</sub> = 坵塊所佔景觀的比例 g <sub>ik</sub> = i與k類型區塊毗鄰的網格數，依據double-count方法 m = 坵塊類型的數量
分離度指標	SPLIT	$SPLIT = \frac{A^2}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij}^2}$	a <sub>ij</sub> = 坵塊ij面積 (m <sup>2</sup> ) A = 地景總面積 (m <sup>2</sup> )

表3 邏輯迴歸預測模型使用變數

變數	代碼	資料來源
高程	DEM	2010年空載光資料取得
坡度	SP	2010年空載光資料求得
坡向	AP	2010年空載光資料求得
地形濕度指數	TWI	2010年空載光資料求得
逕流強度指數	SPI	2010年空載光資料求得
曲率	CUE	2010年空載光資料求得
平面曲率	PFE	2010年空載光資料求得
剖面曲率	PCE	2010年空載光資料求得
距河道距離	DR	水利署河川向量資料推估所得

a. 地形濕度指數計算

地形濕度指數 (TWI) 是評估地表水分聚集程度的重要指標，公式如式 (3) 所示：

$$TWI = \ln(A / \tan(\beta)) \dots\dots\dots (3)$$

A 為每單位寬度的上游集水面積 (ha)， $\beta$  是坡度，ln 是自然對數。

TWI 可以幫助確定崩場地區的水分條件，TWI 的值越高，代表該地點的水分聚集程度越高。

b. 逕流強度指數計算

流強度指數 (SPI) 用於衡量水流侵蝕潛力，其公式如式 (4) 所示：

$$SPI = A \times \tan(\beta) \dots\dots\dots (4)$$

A 為流域累積面積 (ha)， $\beta$  是坡度， $\tan(\beta)$  表示坡度的正切值。

SPI 的值越高，表示該地點的水流侵蝕潛力越大，也意味著強大的水流動力，可能對崩場地的穩定性構成威脅。

c. 距河道距離計算

為了計算樣點與河道的距離，首先利用水利署提供的河川GIS向量圖檔作為主要資料來源，由於該圖檔包含區域內主要河道的空間資訊，為於資料分析時能完整涵括試區內較小河川空間分布，另外使用影像判釋進行較小河川的數化，並一併整合進河川GIS圖檔，然後再使用ArcGIS Pro的NEAR功能，計算每個樣點與最近河道線段之間的距離。

(2) 模型建置步驟

a. 變數相關分析：

為避免崩塌復育預測模型中的自變數之間產生多元共線性 (Multicollinearity) 的問題，本研究在建模前進行了共線性檢測，主要使用皮爾森積差相關分析來識別具有顯著共線性的自變數，並將其從模型中排除，自變數的排除標準是當皮爾森積差相關係數達到或超過0.7，將該自變數剔除出模型，以確保模型的穩定性和解釋力 (Guo et al., 2016; Milanović et al., 2020; Sahani et al., 2021)。

b. 模式參數求解方法：

本研究採用邏輯迴歸 (Logistic Regression) 方法對二元變數進行迴歸分析。邏輯迴歸是用於預測類別資料的統計模型，在因變數 (Dependent Variable) 為二元時可預測特徵或現象發生的概率，並解釋二元因變數與多個自變數 (Independent Variable) 之間的關係 (Saha et al., 2020)。邏輯迴歸公式如式 (5)，即將事件發

生的機率與自變數間建立線性關係，轉化成邏輯值 $F(x)$ ，並透過公式（6）由邏輯值 $F(x)$ 反算回事件的發生機率 $p$ ，以代表事件發生的可能性。

$$F(x) = \ln(p / (1 - p)) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_n X_n \dots\dots\dots (5)$$

其中 $X$ 為自變數的集合，表示可能影響事件發生的因素， $p$ 為事件發生的機率， $p / (1 - p)$ 這個比值稱為發生比或勝算比，表示事件發生的機率與未發生機率的比值， $\ln(p / (1 - p))$ 為發生比之自然對數。

$$p = e^{F(x)} / (1 + e^{F(x)}) \dots\dots\dots (6)$$

其中 $p$ 為事件發生的機率， $e^{F(x)}$ 為勝算比，即事件發生的機率與未發生機率的比值。

本研究將因變數被定義為非崩塌地和崩塌地兩種二元狀態。其中，非崩塌地類別指自2009年8月莫拉克颱風後至2024年期間，未發生崩塌的區域；而崩塌地類別則指自2009年8月後莫拉克颱風後至2024年間新增崩塌區域，這樣的二元分類設定有助於明確界定崩塌事件的發生與否，並進行後續的崩塌潛勢預測分析。

為建構邏輯迴歸模型，本研究從非崩塌地和崩塌地範圍中隨機選取各10,000個訓練樣本，共計20,000個樣本進行模型訓練。在進行迴歸分析之前，並對自變數進行資料歸一化處理，以消除變數之間的尺度差異，有助於迴歸模型更有效地比較不同變數的相對影響。

## 2. 模型驗證

主要採用了三種效能評估方法：準確度評估、接收者操作特性曲線（receiver operating characteristic curve, ROC）分析，以及曲線下面積（area under the curve, AUC）的測量。

### （1）準確度評估

準確度是目前用於評估預測模型整體性能的常用方法（Wang et al., 2019; Sevgen et al., 2019; Kuradusenge et al., 2020）。主要透過計算模型在驗證樣本上的正確預測比例來評估模型的整體準確性。本研究共選取10,000個驗證樣本進行模型評估。

### （2）ROC曲線分析

ROC是一種用於評估分類模型性能的圖形工具。通過在不同概率閾值下繪製敏感性（True Positive Rate）與特異性（1-False Positive Rate），ROC曲線提供了一種視覺化方法來評估模型的分類能力。根據前人研究（Wang et al., 2019; Ozkan et al., 2022; Nafouanti et al., 2021; Sevgen et al., 2019; Nhu et al., 2020），ROC曲線通常與

AUC一起使用，以量化模型的判別能力。

### (3) AUC測量

AUC值是ROC曲線下的面積，用於評估模型的擬合性能。AUC值範圍從0到1，其中AUC值越高，表示模型的擬合性能越好（Kuradusenge et al., 2020; Nhu et al., 2020）。具體來說，AUC = 0.5，表示模型沒有鑑別能力；AUC = 0.5-0.7，表示模型具有不佳的鑑別力；AUC = 0.7-0.8，表示模型具有可接受的鑑別力；AUC = 0.8-0.9，表示模型具有優良的鑑別力；AUC > 0.9，表示模型具有極佳的鑑別力（Milanović et al., 2020）。

## 三、結果與討論

### (一) 影像分類結果

本研究採用物件導向方法和SVM分類方法，對從2009年5月、2009年8月、2011、2013、2015、2017、2019、2021、2023及2024年10個時期的衛星影像進行土地覆蓋分類，涵蓋崩場地、植生、裸露地及陰影四類。分類的結果如圖2所示，其中綠色代表植生，紅色代表崩場地，黃色代表裸露地，黑色代表陰影。從圖中可直觀看出土地覆蓋的動態變化，特別是崩場地和陰影的轉變。

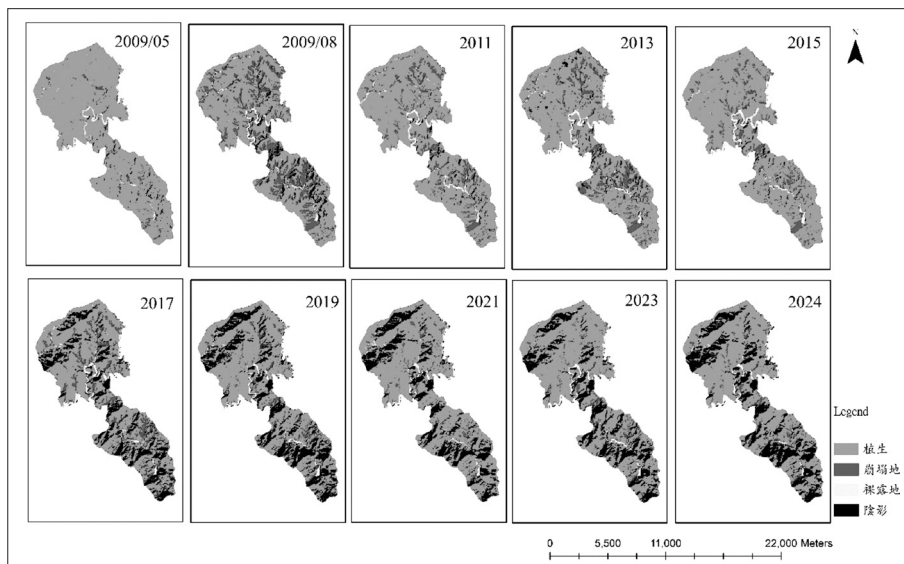


圖2 六龜試驗林多時序土地覆蓋型圖

莫拉克颱風發生後，六龜試驗林崩塌地顯著增加，且分布廣泛，但隨著時間的推移，崩塌地逐漸減少。另一方面，陰影面積在2017年至2024年逐漸增加，這主要是為了獲取全區無雲的影像，所選取的影像時間多集中在冬季，導致陰影較多現象。

每期影像均選取1,000個隨機分佈的檢核點，計算分類結果的整體精度與Kappa值，結果如表4所示。從表中可看出，整體精度均超過90%，顯示分類結果具有高度準確度。此外，Kappa值均高於0.8，代表分類模型效能良好。這些結果證明了物件導向結合SVM分類方法，在使用衛星影像進行長期崩塌監測方面，具有可行性與準確性。

表4 影像分類整體精度與Kappa值

year	整體精度	Kappa
2009/05	97.90%	0.95
2009/08	98.20%	0.97
2011	94%	0.91
2013	96.40%	0.94
2015	92.10%	0.89
2017	98.10%	0.97
2019	97.90%	0.97
2021	91.40%	0.88
2023	97.50%	0.96
2024	99%	0.98

## (二) 崩塌地變動分析

為避免每期影像陰影變化對多時序崩塌地變動分析造成影響，在進行分析前，本研究將每期土地覆蓋類型圖中的陰影區域進行統一處理，主要是將10期土地覆蓋圖中陰影聯集區域扣除（如圖3），並在此基礎上抽取崩塌地圖層進行變動分析，以確保多時序崩塌地變動分析的一致性。

針對每期土地覆蓋型圖，本研究計算了崩塌地的面積，並繪製了時間序列崩塌面積變化圖（圖4）。從圖中可以觀察到崩塌地面積在這段時間內的動態變化情況。2009年5月至2009年8月期間，崩塌地面積從111.9 ha急劇增加至748 ha，反應了莫拉克颱風期間的大豪雨，造成了六龜試驗林極大的災害，崩塌面積爆增近7倍。此後在2009年8月到2011年，崩塌地面積有所下降，減至463.489 ha，之後幾年崩塌

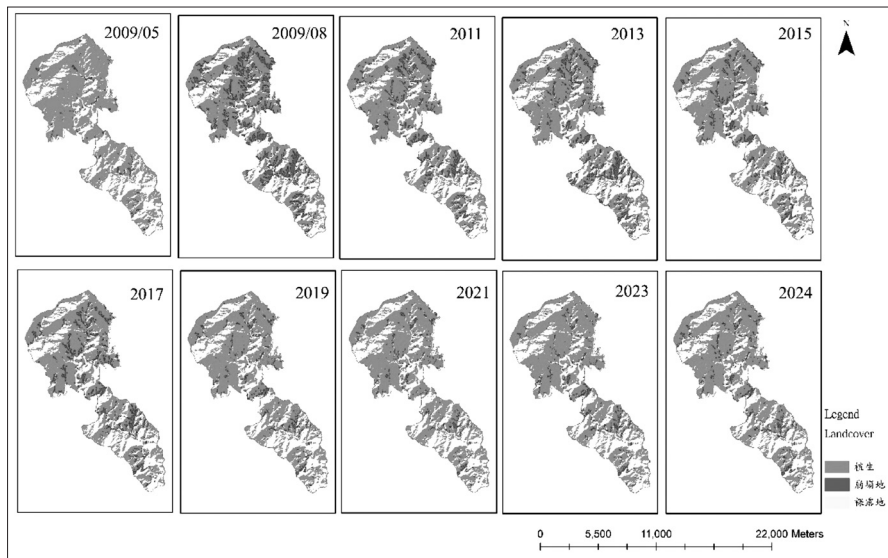


圖3 扣除陰影聯集區域之多時序土地覆蓋型圖

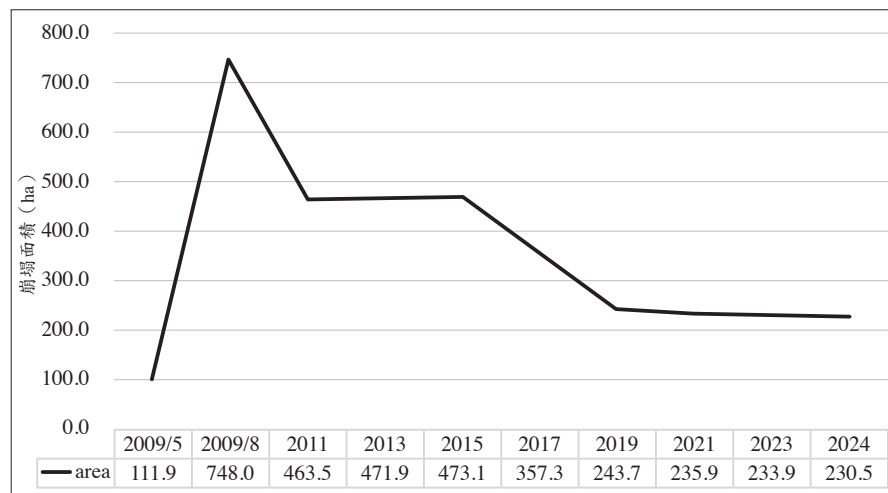


圖4 多時序崩塌面積變化折線圖

地面積相對穩定，在471.9 ha至473.1 ha之間波動。但自2017年開始，崩塌地面積呈現持續下降趨勢，從357.3 ha降至2024年的230.5 ha。

在新增崩塌地分析部份，本研究以2009年8月19日莫拉克颱風後的崩塌地為基線資料，分析2011年至2024年間各時期新增的崩塌地面積，並繪製時間序列新增崩塌面積變化圖（如圖5）。從圖中可以看出，2011年新增崩塌面積僅為88 ha，但到



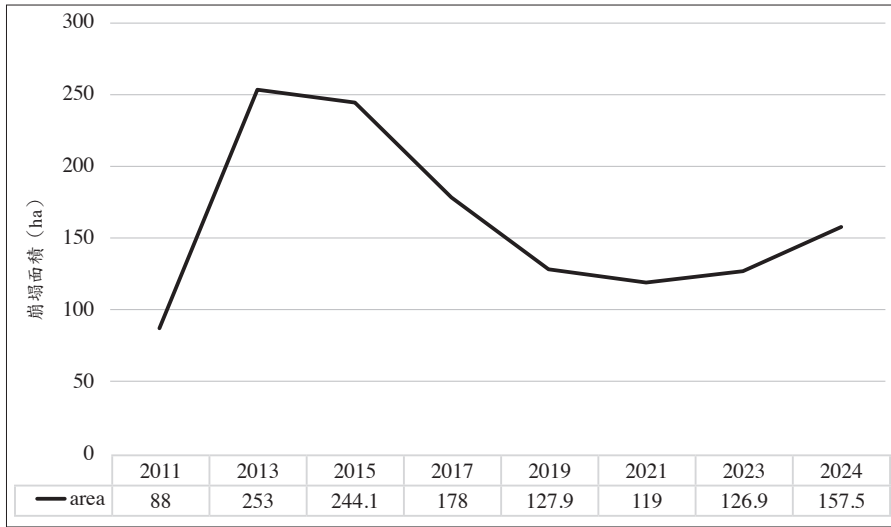


圖5 多時序新增崩塌面積變化折線圖

2013年，新增崩塌面積顯著增加，從88 ha增加至253 ha。這與2013年多場重大豪雨事件，如蘇力颱風、潭美颱風、康芮颱風和天兔颱風相符。隨後，2015年略有下降至244.1 ha，並在2019年進一步減少至127.9 ha，顯示崩塌活動逐漸減少。然而，從2023年到2024年，崩塌地面積再次上升至157.5 ha，這與2022年尼伯特和艾利颱風及2023年的小犬颱風造成的影響相一致，代表該地區的崩塌現象再次受到擾動。

### (三) 地景指標分析

利用Fragstats軟體計算了10個時期的崩塌地在全區地景中的關鍵指標，包括區塊數目（NP）、邊緣密度（ED）、景觀形狀指數（LSI）、碎形維度（PAFRAC）、聚集度指數（CONTAG）以及分離度指數（SPLIT）。這些指標反映了崩塌地的空間結構、形狀複雜性及聚集分散特性。研究結果透過折線圖呈現不同時期這些地景指標的變化情況，如圖6所示。

整體而言，地景指標NP、ED、LSI及SPLIT在2009年8月（即莫拉克颱風後）達到最高值，隨後呈現下降趨勢。這些指標的變化，代表隨著時間推移，地景的破碎化程度逐漸減少，各區塊形狀複雜度降低，地景的分散程度也有所減少。

與此相反，地景指標CONTAG顯示出相反趨勢，這反映了地景連續性的增強，隨著破碎化減少，地景逐漸穩定並變得連續。PAFRAC指標在2009年8月達到高峰，顯示颱風後地景邊界複雜性增加。但隨後在2011年達到最大值後逐漸穩定。

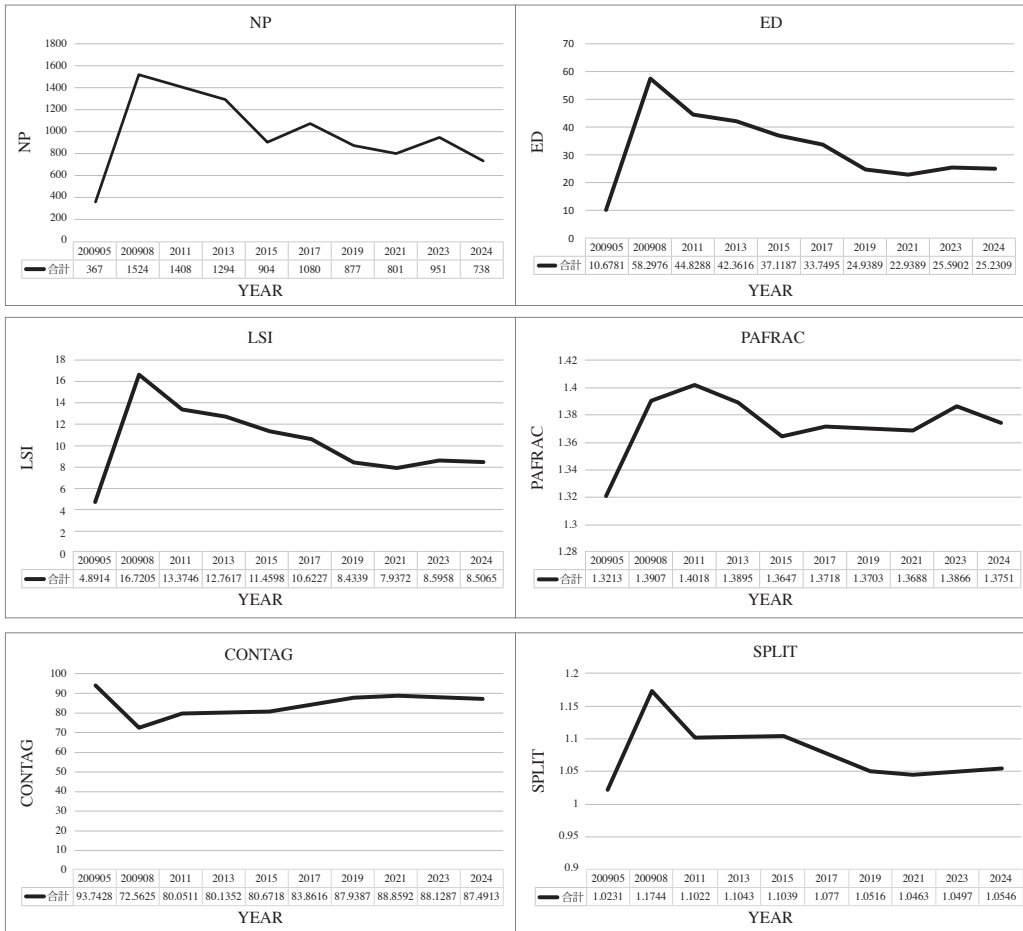


圖6 多時序崩場地6種地景指標折線圖

綜合以上結果，顯示出六龜試驗林在莫拉克颱風後經歷了顯著的地景結構變化，但隨著時間推移，地景逐漸恢復穩定，破碎化和分散程度減少，區塊形狀和邊界的複雜性也有所降低，整體地景變得更加連續且穩定。

#### (四) 邏輯迴歸模型

##### 1. 共線性分析

針對邏輯迴歸模型的建構，本研究首先將9個自變數，高程（DEM）、曲率（CUE）、地形濕度指數（TWI）、逕流強度指數（SPI）、坡度（SP）、平面曲率（PFE）、剖面曲率（PCE）、距河道距離（DR）、坡向（AP）進行了皮爾森相關係數分析，以評估這些變數之間的相關性和可能存在的多元共線性問題，分析

結果如表5所示，表中顯示曲率與平面曲率及剖面曲率高度相關，相關係數分別為-0.91與0.799，均超過研究設定的0.7閾值，因此決定將曲率變數剔除，以提高模型的穩定性。

表5 皮爾森相關係數分析結果

	DEM	CUE	TWI	SPI	SP	PFE	PCE	DR	AP
DEM	1								
CUE	-0.01	1							
TWI	0.027	-0.28	1						
SPI	-0.01	-0.07	0.117	1					
SP	-0.06	0.035	-0.32	0.009	1				
PFE	0.01	<b>-0.91</b>	0.15	0.076	-0.04	1			
PCE	-0	<b>0.799</b>	-0.38	-0.04	0.018	-0.49	1		
DR	0.334	-0.02	0.063	-0.01	-0.12	0.018	-0.02	1	
AP	-0.02	-0.01	0.04	0.01	-0.12	0.017	-0	0.091	

## 2. 模型建構

為減少變數單位差異對模型的影響，本研究對納入邏輯迴歸分析的8個變數（DEM、TWI、SPI、SP、PFE、PCE、DR、AP），進行歸一化，然後利用SPSS進行邏輯迴歸模型的推算，結果如表6所示，其中DEM、SP、DR、AP變數的P值均小於0.001，顯示這些變數對崩塌潛勢預測具有顯著性，代表高度、坡度、距河川距離和坡向是影響崩塌發生的關鍵因素。因此後續建模僅納入此4個變數，以精簡迴歸模型，結果如表7所示，其中距河川距離（DR）對崩塌潛勢的影響最為顯著，B值為-5.067，代表距河川越遠，崩塌發生可能性顯著降低；其次是坡度（SP），其B值為1.379，顯示坡度增加對崩塌發生有較大的作用；高程（DEM）B值為0.582，代表隨高程增加，崩塌發生顯著上升；坡向的影響相對較小，B值為-0.882，代表特定坡向能夠降低崩塌潛勢。此結果顯示出距河川距離和坡度在崩塌潛勢預測具較重要的主導角色。本研究結果顯示，坡度是影響崩塌發生的重要因子，與Pourghasemi et al. (2018) 的研究一致。坡度作為地形條件中的關鍵因素，廣泛應用於相關研究中，顯示其在崩塌成因中的重要性。此外，距河川的距離亦被證實為影響崩塌的重要因子，相關研究（Sevgen et al., 2019; Nhu et al., 2020）顯示距離河流越近，因受水力侵蝕作用的影響，崩塌發生的可能性越高，與本研究的分析結果相同，證實水力作用在崩塌過程中的重要角色。

表6 邏輯迴歸分析結果（8個自變數）

	B	S.E.	Wald	自由度	顯著性	Exp(B)
<b>DEM</b>	0.582	0.079	54.907	1	<.001	1.790
TWI	-0.308	0.182	2.869	1	.090	.735
SPI	-.247	2.249	0.012	1	.912	.781
<b>SP</b>	1.310	0.115	130.215	1	<.001	3.706
PFE	-1.540	1.514	1.034	1	.309	.214
PCE	0.105	0.933	0.013	1	.911	1.110
<b>DR</b>	-5.062	0.128	1566.967	1	<.001	.006
<b>AP</b>	-0.882	0.067	173.145	1	<.001	.414
常數	1.603	1.174	1.864	1	.172	4.966

表7 邏輯迴歸分析結果（4個自變數）

	B	S.E.	Wald	自由度	顯著性	Exp(B)
DEM	0.582	.079	54.827	1	.000	1.789
SP	1.379	.108	163.450	1	.000	3.973
DR	-5.067	.128	1571.011	1	.000	.006
AP	-0.882	.067	173.362	1	.000	.414
常數	0.510	.069	54.479	1	.000	1.666

除此之外，其他影響崩塌的環境因子如土地利用（Pourghasemi et al., 2018）及距道路的距離（Pradhan and Lee, 2010），在許多崩塌潛勢研究中亦被廣泛應用。然而，本研究區域內土地覆蓋率超過90%為森林，且多為天然林，林道分布極為稀少。因此，土地利用及距道路距離在本研究中未被納入崩塌潛勢模型的分析範疇。

為了評估所建立的邏輯迴歸模型在崩塌潛勢預測上的適合度與整體解釋能力，本研究進行了Hosmer與Lemeshow檢定及Omnibus檢定。Hosmer與Lemeshow適合度檢定結果顯示，卡方值為139.770，自由度為8，顯著性 $P < 0.01$ ，顯示模型預測值和實際觀測值之間存在一定的差異。而Omnibus檢定，卡方值達到2501.465，自由度為4，顯著性 $P < 0.01$ ，顯示模型所選取的自變數能有效的聯合影響因變數，具有較好的解釋力。

### 3. 模型驗證

使用SPSS計算模型預測機率之ROC曲線及其曲線下面積AUC，結果如圖7所示。從ROC曲線可看出，模型預測曲線良好，AUC值為0.704，代表模型預測具有可接受的鑑別力，能夠準確地區分崩塌潛勢高低的區域。

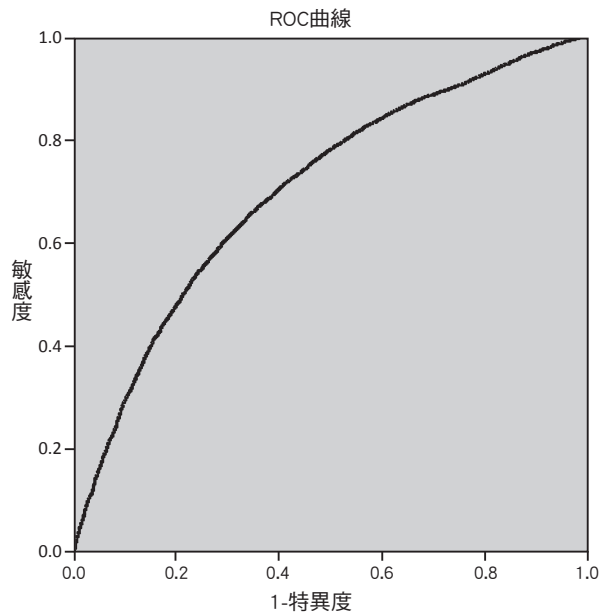


圖7 ROC曲線

本研究利用ArcGIS Pro樣本選取功能，針對全區隨機選取了額外的10,000個驗證樣本進行模型準確度評估，所得結果如表8。根據驗證結果，邏輯迴歸模型對非崩塌地的預測準確度為60.78%，對崩塌地的預測準確度為67.64%，總體準確率為64.2%，這結果代表了模型在預測崩塌潛勢具一定的準確性，但整體而言仍有改進的空間。

表8 模型準確度評估

項目及方法		邏輯迴歸預測資料		
		非崩塌地	崩塌地	準確度
實際資料	非崩塌地	3,039	1,961	60.78%
	崩塌地	1,618	3,382	67.64%
準確率				64.2%

## 四、結 論

本研究運用衛星影像，透過物件導向方法和SVM分類技術，結合地景指標，對六龜試驗林自莫拉克颱風以來的崩塌變動進行了監測。結果顯示，颱風後崩塌顯著影增加，隨時間推移逐漸穩定，地景結構破碎化及複雜度逐漸減少，顯示出地景結構在重大擾動後具有恢復能力。在崩塌潛勢分析中，邏輯迴歸模型顯示，高程、坡度、距河川距離和坡向是影響崩塌潛勢的關鍵因素，並且模型在風險預測方面具有一定的準確性。

然而，受限於衛星影像山區的陰影較多，可能對多時期崩場地變動分析的準確性造成影響，因此，未來研究應著重解決陰影問題，以確保資料的完整性並提高模型的適用性。此外，儘管崩塌潛勢預測模型顯示出一定的準確性，建議未來研究可以引入人工智慧技術，以處理更複雜的資料模式和非線性關係，進一步提升模型的預測能力。

本研究使用人工智慧影像分類方法，準確識別了六龜試驗林在莫拉克颱風後的崩場地變化，提供了時間序列的量化資料，並初步評估未來潛在的崩塌潛勢區域。這些結果不僅為長期監測提供了技術參考，也為防災減災策略和土地管理決策提供了重要的科學依據。

## 參考文獻

- 孔繁恩、詹進發、邵怡誠、李茂園、葉堃生、陳連晃，2014，物件式分類法於高解析度航照影像萃取崩場地之研究，航測及遙測學刊，第 18 卷，第 4 期，頁 267-281。
- Kung, F. E., J. F. Jan, Y. C. Shao, M. Y. Li, K. S. Yeh, and L. H. Chen, 2014, Object-based Classification for Detecting Landslides Using High Resolution Aerial Images, *Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 18(4), pp. 267-281.
- 宋承恩、王韻皓、林國聖、王培蓉、詹進發、陳毅青、王素芬，2022，以多時期衛星影像及樹冠高程模型分析崩塌植生復育與影響因素，農業工程學報，第 68 卷，第 4 期，頁 44-62。
- Song, C. E., U. H. Wang, G. S. Lin, P. J. Wang, J. F. Jan, Y. C. Chen, and S. F. Wang, 2022, Analysis of the Vegetation Recovery and Influencing Factors for Landslide Restoration Using Multi-Temporal Satellite Imagery and Canopy Height Model, *Journal of Taiwan Agricultural Engineering*, 68(4), pp. 44-62.



- 林文智，2012，六龜試驗林造林地清查成果及其後續經營，林業試驗所造林地清查及後續經營研討會論文集，林業試驗所，頁 75-92。
- Lin, W. Z., 2012, Inventory results of Experimental forest in the Lioukuei and its follow-up management, Proceedings of the Seminar on Forest Inventory and Management of the Forestry Research Institute, Taiwan Forest Research Institute, pp. 75-92.
- 林業及自然保育署，2008，第四次全國森林資源調查，行政院農業部林業及自然保育署森林企劃組，頁 79。
- Forestry and Nature Conservation Agency, 1995, The fourth forest resources and land use inventory in Taiwan, Nature Conservation Planning Division of Forestry and Nature Conservation Agency, Ministry of Agriculture, pp. 79.
- 陸象豫、林昭遠、黃良鑫，2011，莫拉克颱風後六龜試驗林崩場地空間分佈特性探討，台灣林業科學，第 18 卷，第 4 期，頁 399-408。
- Lu, S. Y., C. Y. Lin, and L. S. Hwang, 2011, Spatial Relationships between Landslides and Topographical Factors at the Liukuei Experimental Forest, Southwestern Taiwan after Typhoon Morakot, Taiwan Journal of Forest Science, 18(4), pp. 399-408.
- 陸象豫、黃惠雪、孫銘源，2018，六龜試驗林氣候概況，林業研究專訊，第 25 卷，第 5 期，頁 58-62。
- Lu, S. Y., H. H. Huang, and M. Y. Suen, 2018, Climate Summary of the Lioukuei Experimental Forest, Forestry Research Newsletter, 25(5), pp. 58-62.
- 鍾安晴、郭耀綸、周富三、林文智、陳永修，2022，臺灣南部多納崩場地演替初期不同耐陰性樹種組成及優勢度的變化，臺灣林業科學，第 37 卷，第 1 期，頁 41-60。
- Chung, A. C., Y. L. Kuo, F. S. Chou, W. C. Lin, and Y. H. Chen, 2018, Variations in the Composition and Dominance of Tree Species with Different Shade Tolerances During the Early Phase of Succession at the Duona Landslide Site, Southern Taiwan, Taiwan Journal of Forest Science, 37(1), pp. 41-60.
- Arora, A., M. Pandey, V. N. Mishra, R. Kumar, P. K. Rai, R. Costache, and L. Di, 2021, Comparative evaluation of geospatial scenario-based land change simulation models using landscape metrics, Ecological Indicators, 128, pp. 107810.
- Chughtai, A. H., H. Abbasi, and I. R. Karas, 2021, A review on change detection method and accuracy assessment for land use land cover, Remote Sensing Applications: Society and Environment, 22, pp. 100482.

- Cushman, S. A., E. A. Macdonald, E. L. Landguth, Y. Malhi, and D. W. Macdonald, 2017, Multiple-scale prediction of forest loss risk across Borneo., *Landscape Ecology*, 32, pp. 1581-1598.
- Dang, V. H., N. D. Hoang, L. M. D. Nguyen, D. T. Bui, and P. Samui, 2020, A novel GIS-based random forest machine algorithm for the spatial prediction of shallow landslide susceptibility, *Forests*, 11(1), pp. 118.
- Dislich, C., and A. Huth, 2012, Modelling the impact of shallow landslides on forest structure in tropical montane forests, *Ecological Modelling*, pp. 239, 40-53.
- Ekwealor, K. U., C. B. Echereme, T. N. Ofobeze, and C. N. Okereke, 2019, Landscape Ecology: A Helicopter View, *International Journal of Plant & Soil Science*, 31(1), pp. 1-20.
- Fynn, I. E., and J. Campbell, 2018, Forest fragmentation and connectivity in Virginia between 2001 and 2011, *Journal of Landscape Ecology*, 11(3), pp. 98-119.
- Griffith, J. A., 2002, Geographic techniques and recent applications of remote sensing to landscape-water quality studies, *Water, Air, and Soil Pollution*, 138, pp. 181-197.
- Guo, F., L. Zhang, S. Jin, M. Tigabu, Z. Su, and W. Wang, 2016, Modeling anthropogenic fire occurrence in the boreal forest of China using logistic regression and random forests, *Forests*, 7(11), pp. 250.
- Kuradusenge, M., S. Kumaran, and M. Zennaro, 2020, Rainfall-induced landslide prediction using machine learning models: The case of Ngororero District, Rwanda, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(11), pp. 4147.
- Marlier, M. E., S. A. Resetar, B. E. Lachman, K. Anania, and K. Adams, 2022, Remote sensing for natural disaster recovery: Lessons learned from Hurricanes Irma and Maria in Puerto Rico, *Environmental Science and Policy*, pp. 132, 53-159.
- McGarigal, K., S. A. Cushman, and E. Ene, 2002, FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for categorical maps, Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst. Available at the following web site: <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>.
- Milanović, S., N. Marković, D. Pamučar, L. Gigović, P. Kostić, and S. D. Milanović, 2020, Forest fire probability mapping in eastern Serbia: Logistic regression versus random forest method, *Forests*, 12(1), pp. 5.

- Nafouanti, M. B., J. Li, N. A. Mustapha, P. Uwamungu, and A. A. Dalal, 2021, Prediction on the fluoride contamination in groundwater at the Datong Basin, Northern China: Comparison of random forest, logistic regression and artificial neural network, *Applied Geochemistry*, 132, pp. 105054.
- Narmada, K., D. Gogoi, and B. G. Dhanusree, 2021, Landscape metrics to analyze the forest fragmentation of Chitteri Hills in Eastern Ghats, Tamil Nadu, *Journal of Civil Engineering and Environmental Sciences*, 7(1), pp. 001-007.
- Nhu, V. H., A. Mohammadi, H. Shahabi, B. B. Ahmad, N. Al-Ansari, A. Shirzadi, and H. Nguyen, 2020, Landslide detection and susceptibility modeling on cameron highlands (Malaysia): A comparison between random forest, logistic regression and logistic model tree algorithms, *Forests*, 11(8), pp. 830.
- Ozkan, U. Y., T. Demirel, I. Ozdemir, S. Saglam, and A. Mert, 2022, Predicting forest stand attributes using the integration of airborne laser scanning and Worldview-3 data in a mixed forest in Turkey, *Advances in Space Research*, 69(2), pp. 1146-1158.
- Petropoulos, G. P., C. Kalaitzidis, and K. P. Vadrevu, 2012, Support vector machines and object-based classification for obtaining land-use/cover cartography from Hyperion hyperspectral imagery, *Computers and Geosciences*, 41, pp. 99-107.
- Pourghasemi, H. R., Z. Teimoori Yansari, P. Panagos, and B. Pradhan, 2018, Analysis and evaluation of landslide susceptibility: a review on articles published during 2005–2016 (periods of 2005–2012 and 2013–2016), *Arabian Journal of Geosciences*, 11, pp. 1-12.
- Pradhan, B., and S. Lee, 2010, Landslide susceptibility assessment and factor effect analysis: backpropagation artificial neural networks and their comparison with frequency ratio and bivariate logistic regression modelling, *Environmental Modelling and Software*, 25(6), pp. 747-759.
- Sahani, N., and T. Ghosh, 2021, GIS-based spatial prediction of recreational trail susceptibility in protected area of Sikkim Himalaya using logistic regression, decision tree and random forest model, *Ecological Informatics*, 64, pp. 101352.
- Sevgen, E., S. Kocaman, H. A. Nefeslioglu, and C. Gokceoglu, 2019, A novel performance assessment approach using photogrammetric techniques for landslide susceptibility mapping with logistic regression, ANN and random forest *Sensors*, 19(18), pp. 3940.

- Talukdar, S., K. U. Eibek, S. Akhter, S. K. Ziaul, A. R. M. T. Islam, and J. Mallick, 2021, Modeling fragmentation probability of land-use and land-cover using the bagging, random forest and random subspace in the Teesta River Basin, Bangladesh, *Ecological indicators*, 126, pp. 107612.
- Tzotsos, A., and D. Argialas, 2008, Support vector machine classification for object-based image analysis, *Object-based image analysis: Spatial concepts for knowledge-driven remote sensing applications*, pp. 663-677.
- Wang, Y., X. Wu, Z. Chen, F. Ren, L. Feng, and Q. Du, 2019, Optimizing the predictive ability of machine learning methods for landslide susceptibility mapping using SMOTE for Lishui City in Zhejiang Province, China, *International journal of environmental research and public health*, 16(3), pp. 368.
- Zhou, X., W. Wu, Z. Lin, G. Zhang, R. Chen, Y. Song, and W. Liu, 2021, Zonation of landslide susceptibility in Ruijin, Jiangxi, China, *International journal of environmental research and public health*, 18(11), pp. 5906.



# 「台灣土地研究」徵稿公告

## 一、目的

本刊刊載文章性質涵括地政、不動產經營管理、土地資訊、複雜空間系統、都市及區域計劃、以及建築與資源管理等相關領域。本刊以科際整合觀點，涵蓋與土地相關之學科領域。目的在促進吾人瞭解居住環境之空間變遷，以及探討空間變遷所衍生之相關課題，俾有助益於處理技術之發展。本刊期能提供學術界與實務業及相關領域從事者一個交換研究心得與實務經驗之園地，並共同致力於建構二十一世紀台灣居住環境新品質。本刊主題有五：土地與空間演化、土地與管理技術、土地與法制結構、不動產開發、以及空間資訊與測量。其中，「土地與空間演化」旨在瞭解複雜空間系統或集居環境的演化方式，以及演化方式與該系統中土地使用變遷之關係；「土地與管理技術」旨在探討如何研發軟性與硬性技術以協助處理因空間演化所產生之問題；「土地與法制結構」則從制度的觀點瞭解社經發展對土地開發的影響；而「不動產開發」則係基於土地開發為空間演化主要動力之觀點，就土地開發過程與空間演化的相互作用加以探討。而「空間資訊與測量」則係整合目前土地空間資訊之最新科技，結合土地空間資料庫系統和網際網路進行土地空間資訊之管理、分析與應用技能，擴大土地空間資訊之應用層面與發展。

## 二、研究類型

本刊接受上述與五大主題相關之基礎研究以及應用的實例之引介。第一種研究類型係指對土地與科技相關問題之探究，不論所採之研究方法為何，凡屬理論或實證作品，皆歡迎來稿。而第二種研究類型，則指有關土地管理方面可供參考應用實際案例之引介，均不受區域及文化之限制，歡迎賜稿。

## 三、文體

本刊目前雖為地區性學刊，但同時接受世界各地用中文或英文撰寫之稿件。

## 四、編輯委員

自第二十六卷第二期起本刊編輯委員調整為：

主 編：孫振義、黃金聰

編輯委員：林建元、林峰田、林祖嘉、林子平、洪啟東、陳良健、陳明吉、  
陳彥仲、彭信坤、湯京平、馮正民、楊 名、楊松齡、溫豐文、  
鄒克萬、蔡博文、盧秋玲、蕭新煌、謝哲勝。（依姓氏筆劃順序排列）



#### 五、收件

本刊全年徵稿，自九十年起改為半年刊，於每年五月及十一月出刊。自民國一一二年一月一日起，請由線上投稿系統投稿，網址：<https://www.ipress.tw/J0229>。

#### 六、其他

稿件如經本刊刊登，另寄送抽印本20件。來稿請以Word7.0，以1.5行距、12號字體輸入，以A4紙20頁為原則（包含圖、表）。其他格式請參閱本期刊頁末之投稿須知。

本刊所刊登之論文，皆經過嚴謹之同儕審閱制度，不接受任何違反學術倫理行為的研究出版，包含：抄襲、剽竊、一稿多投/重複投稿、杜撰/假造資料、沒有實際參與研究的掛名，與未揭露之利益衝突等。完整之出版倫理及弊端聲明，請參考本刊專頁，網址：<https://www.ipress.tw/J0229>

## 投稿須知

所有稿件以未曾在國內、外以任何形式刊載為限，且稿件內容不得有侵犯他人著作權或商業宣傳行為，否則由作者自行負法律之責任。文體以中文或英文撰寫為原則，並附中文及英文摘要。稿件須加註標點、分段及編列頁碼，應清楚陳述，以利編排。內文所引用之文獻須列於參考文獻，參考文獻請以姓氏筆劃多寡，依序以中文列出，之後再依英文姓氏之英文字母，依序以英文列出。

### 各項格式以下說明：

壹、首頁（Title page），應包含下列內容：

- 一、標題（Article Title）：包括中、英文篇名。
- 二、作者（Author's Name）：包括中、英文作者姓名。
- 三、摘要（Abstract）：包括中、英文摘要。
- 四、關鍵字（Keywords）：包括中文、英文關鍵字，分別列於中、英文摘要之下，以不超過5個字為原則。

貳、正文（Manuscript）

一、稿件標題章節編號層次及順序：

中文請按「一，（一），1，（1），a」順序排列；英文則按「I，1，（1），A，a」順序排列；

二、引述

1. 直接引述：

中文請用單引號「」；英文請用雙引號“”，並以括弧標示引述文獻的頁次。

2. 引述中復有引述，或特殊引用時：

中文單引號「」在外，雙引號『』在內。英文雙引號“”在外，單引號‘’在內。

三、文獻引述用例

（一）文中註明引述文獻：

1. 請以（作者，年份）方式表示。
2. 若有數篇文章以分號（；）區隔；中英文文獻分開，並各自以引述文獻之出版年份先後依序排列。
3. 若同一作者，有數篇文章同時引述，則以（作者，年份1、年份2）；若同一作者有同一年發表文章同時引述，則以（年份a, b）表示。

4. 若一篇文章有2位作者，請全部列出。中文為（作者A與作者B，年份）；英文為（作者A and 作者B，年份）
5. 若一篇文章有3位以上作者（含3位），中文請用（第一位作者等，年份）；英文請用（第一位作者et al., 年份）。

（二）文中已有作者姓名時

1. 請以作者（年份）方式表示
2. 若有數篇文章同時引述，則以作者A（年份）、作者B（年份）……表示
3. 若有必要加註說明時，請用註腳，內文註腳號碼使用上標

（三）圖版、插圖及表：

1. 插圖請置於頁面之最下方或最上方，圖名請置於圖之正下方，並以圖1、圖2……方式表示。
2. 表格請置於頁面之上方，表名請置於表格之正上方，並以表1、表2……方式表示。

肆、參考文獻（References）

- 一、專書論文：請依作者，出版年份，篇名，收錄於編者編書名，出版地：出版者，頁碼。
- 二、期刊論文：作者，出版年份，篇名，期刊名，卷期數，頁碼。
- 三、專書（若為編者、編著、主編著、編印者，請於作者後方括弧內註明）：作者，出版年份，書名，版次，出版地：出版者。
- 四、研討會論文：作者，出版年份，論文名稱，研討會名稱：主辦單位，頁碼。
- 五、博碩士論文：作者，年份，論文名稱，學校科系名稱及學位名稱論文。
- 六、報紙：作者，出版年份，篇名，報紙名，出版年月日，版面（頁數）。
- 七、網路等電子化資料：作者（單位），查詢年份，篇名／書籍名／報告名／字典名／網站名稱，網址，瀏覽日期年，月，日。

## 「台灣土地研究」論文審查要點

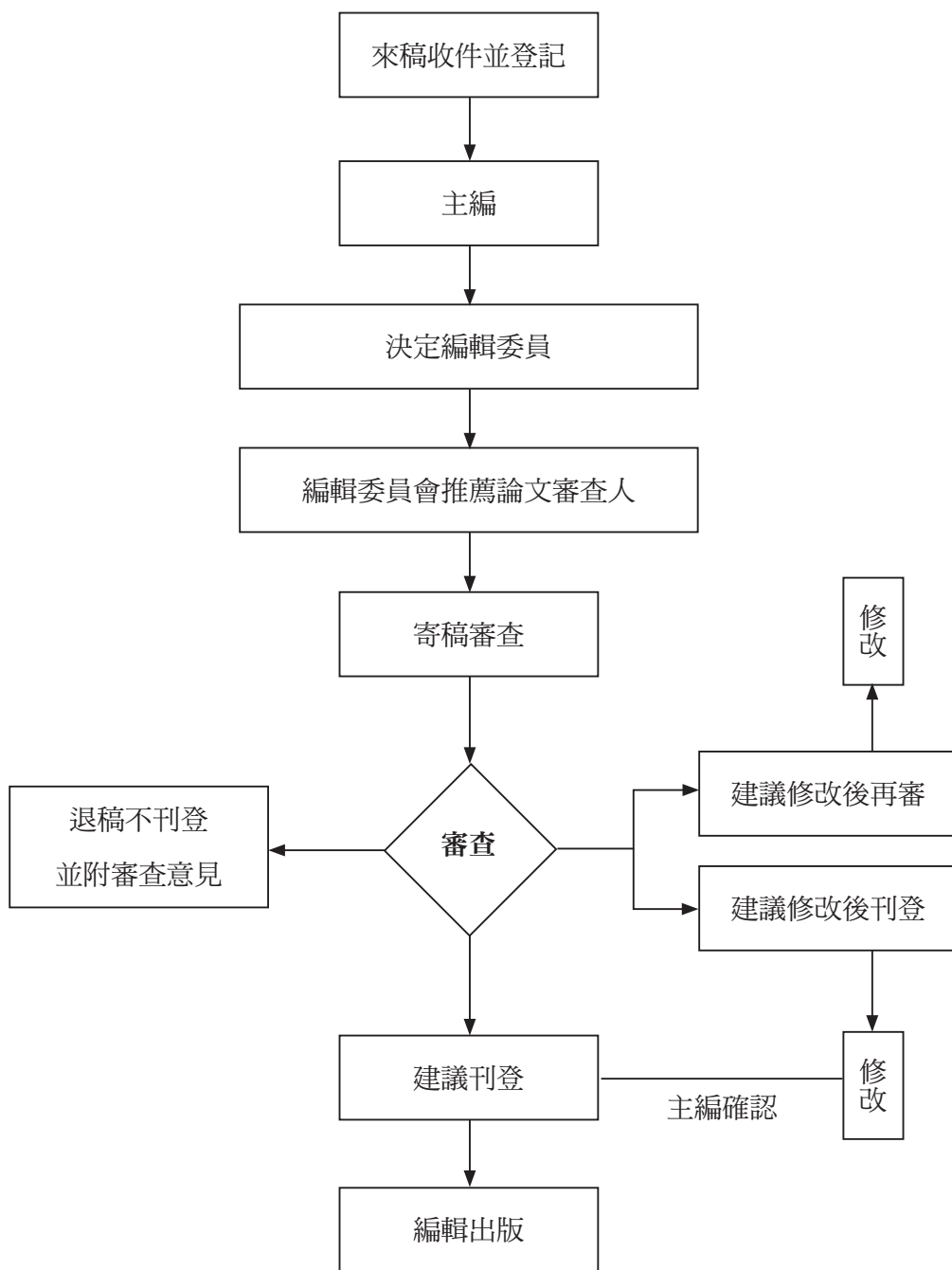
中華民國九十六年八月二十三日聯席會議通過

- 一、「台灣土地研究」論文審查要點（以下簡稱本要點）依台灣土地研究編輯委員會組織章程第二條第二項訂定之。
- 二、來稿經登記後由主編就來稿性質，邀請相關專長之編輯委員推薦審查人。編輯委員會負責對審查人及投稿人保持雙向匿名方式審查，審查作業程序如附圖。
- 三、審查人應於接到論文後一個月內審查完畢，並將論文審查表（如附表）寄回編輯委員會。如審查期間超過兩個月，則主編有權決定是否變更審查人。審查意見表中須明確勾選其中一項：
  1. 刊登。
  2. 修改後刊登（應列明審查意見及建議事項）。
  3. 修改後再審（應列明審查意見及建議事項）。
  4. 不適刊登（應列明審查意見）。

#### 四、審查結果處理方式：

處理 方式 第二位 審查人意見	第一位審查人 意見	刊登	修改後刊登	修改後再審	不適刊登
刊登	刊登	刊登	寄回修改	寄回修改後再審	第三位審查
修改後刊登	寄回修改	寄回修改	寄回修改	寄回修改後再審	第三位審查
修改後再審	寄回修改後再審	寄回修改後再審	寄回修改後再審	寄回修改後再審	不適刊登
不適刊登	第三位審查	第三位審查	第三位審查	不適刊登	不適刊登

附註：再審以一次為限。



論文審查作業流程圖