

核能研究所

期末報告書

計畫名稱：斷層錯動引致變形之數值分析方法研究

計畫期程：自 105 年 02 月 01 日至 105 年 12 月
31 日止

主管單位：行政院原子能委員會核能研究所

目錄

摘要.....	3
Abstract.....	4
壹、計畫緣起與目的.....	5
貳、研究方法與過程.....	6
一、彈性錯位理論.....	6
二、集集地震案例分析.....	7
(一) 集集地震震源模型及 GPS 資料.....	7
(二) 集集地震地表變形模擬與 GPS 比較.....	8
(三) 集集地震震源參數敏感性分析.....	10
三、震源模型參數建立.....	24
(一) 不同滑移量分布之震源模型.....	26
(二) 隨機滑移模型建立.....	29
(三) 隨機模型之數值模擬分析.....	31
(四) 隨機模型之敏感性分析.....	44
參、主要發現與結論.....	51
肆、參考文獻.....	53
附錄 A.....	55
附錄 B.....	151

摘要

本研究分析不同斷層位態及不同滑移量分布之震源模型，其斷層錯動可能引致地表變形量。我們利用 Okada(1985)所建立的彈性半空間錯位模型(Elastic half-space dislocation model)程式，在不同震源參數假設之下，分析其地表變形量。本計畫以集集地震為例，以 Ma et al. (2001)所得到的有限斷層錯動量分布模型進行模擬，將模擬結果所得之地表變形量與真實紀錄(GPS 資料)比對以確定模型之可信度。此外，本研究針對不同的震源機制(strike, dip, rake)，考慮 5 度的偏差範圍，以及斷層面上不同的錯動量分布(如平均錯動量分布模型，20% asperity 特徵模型及隨機模型)，以彈性半空間錯位模型之數值模擬的方法，計算不同假設下之震源模型所引致地表變形量，同時針對各參數進行敏感性分析，來了解各參數對地表變形的影響程度。分析結果指出滑移量分部對地表變形量影響最大，且以固定滑移量的前提之下，震源參數 strike、dip、rake，三種參數中 dip 會造成較大的差值，strike 的影響則取決於測站的位置，近斷層面測站有極值出現，rake 的影響最小。此外利用隨機滑移模型以集集地震斷層模型為基礎，呈現多種地表變形的可能性，近斷層的測站影響最大，當距離斷層超過 30 公里以上的測站，其敏感度低。

關鍵字:彈性半空間錯位模型、地表變形、敏感性分析

Abstract

This study analyzed the fault deformation induced by scenario earthquake with considering different focal mechanism and slip distribution. We applied the elastic half-space dislocation model (Okada in 1985) to calculate the fault deformation with different source models. We considered the 1999 Chi-Chi earthquake in Taiwan proposed by Ma et al. (2001), which having the most massive near-fault data of a disaster earthquake, as a reference for validation. We calculated the deformation of fault rupture of the Chi-Chi earthquake and validated these simulations by using observed data of Taiwan earthquakes (e.g. GPS data). In addition, this study presents a developed stochastic-slip-scaling source model, a spatial stochastic model with slip scaling of the slipped area, toward fault deformation simulation. We do the sensitivity test for the slip distribution and strike, dip and rake with considering 5 degree variance. The result shows that the slip distribution is the most sensitivity factor to the fault deformation. If we fixed the slip distribution, the factor of dip is most sensitivity to the fault deformation, and for the strike, the variety of strike will induce extremum value for the station nearby the fault plan. Rake has less sensitivity to the fault deformation. Also, for the stochastic models, the slip distribution has most sensitivity to the fault deformation but less sensitivity for the station with distance to fault larger than 30 km.

Keyword: Elastic half-space dislocation model 、 Fault deformation 、 Sensitivity test

壹、計畫緣起與目的

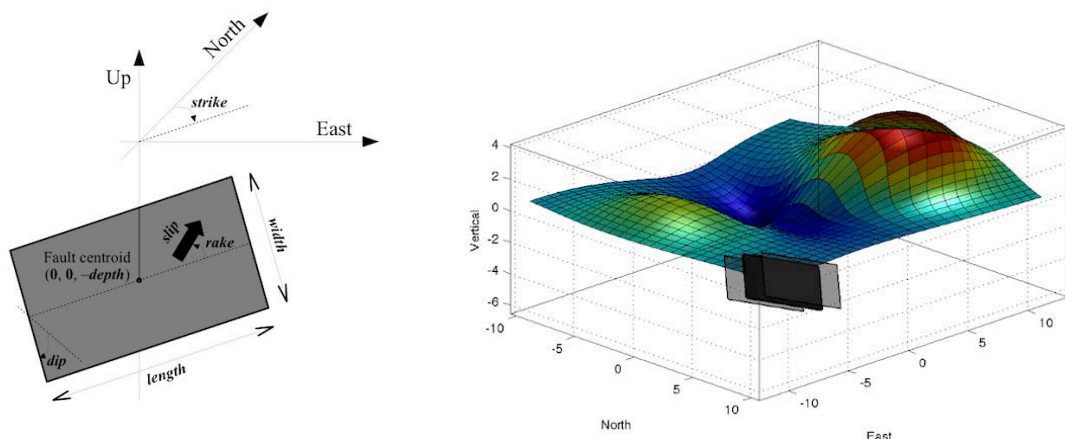
了解斷層錯動引致地表變形之相關研究為地震防災工作重要的一環。尤其地震引起的近斷層位置之地表變形更是為建築物的破壞的主要因子。本研究將利用空間隨機震源模型分析近斷層之斷層位移量。在地震情境模擬的研究中，地震參數之設定為重要關鍵，過去研究 Yen and Ma (2011)整理了台灣 19 個區域地震及 7 個全球地震之斷層滑移量模型分析，建立有效斷層長、有效斷層寬及有效滑移量等地震參數與地震能量之冪律關係，我們將利用此關係式建立斷層尺度大小。此外，Lee et al. (2015)分析有限斷層面上的滑移分布，得出破裂面上之滑移存在自我相似特徵。對於規模(M_w)大於 7 的地震，在有限斷層面上的滑移分布關係為 $\log R_s = -0.69R_d + 0.09$ 。 R_d 為相對於平均滑移量之比例； R_s : 滑移量大於 R_d 倍平均滑移量之所占面積相對於平均有效面積之比例。過去研究，Manighetti et al. (2005, 2007)、Wesnousky (2008)與 Klinger (2010)均曾探討過地震滑移分布的自我相似特徵，且 Ide and Aochi (2005, 2013)更以此理論進行地震模擬。本計畫將以集集地震為例，以 Ma et al. (2001)所得到的有限斷層錯動量分布模型進行模擬，進一步將數值模擬所得到的結果與現有的地表變形資料(GPS 資料)比較，進行斷層錯動位移分析與驗證。此外，本研究假設不同的震源模型，改變斷層面上的錯動量分布(平均錯動量分布模型，20% asperity 特徵模型，及隨機模型)，計算其地表變形，同時在不同的震源參數設定下，進行各參數對地表變形之敏感性分析。

貳、 研究方法與過程

一、 彈性錯位理論

斷層錯動的影響發生於地表面以下的岩體中，若將斷層兩側的岩石視為完整的岩體，岩石受斷層錯動導致的變形會近似於線性的彈性關係，而整個變形場的空間即可稱為彈性半無限空間(Elastic half-space)。當斷層錯動時，則可視為彈性半無限空間中某個面產生位移量，而探討錯動面及其錯動向量與彈性半無限空間中位移場之關係的模擬稱之為彈性半空間錯位模型(Elastic half-space dislocation model)。

Okada(1985)將彈性錯位理論運用於地球物理學研究中。Okada (1985)為計算於彈性半空間中，剪切和拉伸斷裂而引起的表面變形的解析解，該模型廣泛用於模擬由構造斷層(地震)局部擾動產生的地面變形。okada85 程式基於 Okada (1985)之彈性半空間錯位理論，計算有限矩形源所造成之自由表面的位移。在程式中的給定矩形斷層幾何(長度、寬度、深度、走向和傾角)和破裂面上相關參數(滑移量與滑移方向)，即可計算出自由表面上三個分量的位移(如圖一)。



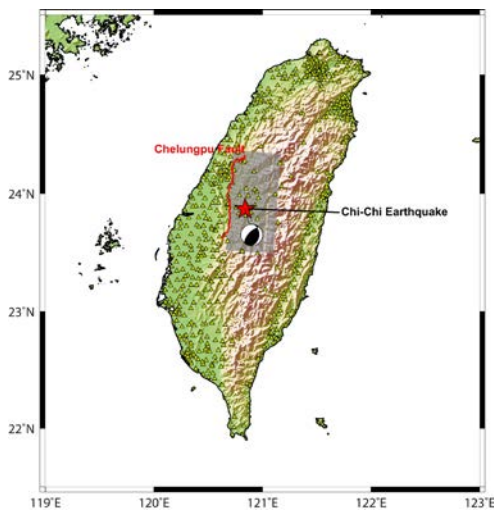
圖一、(a) 斷層幾何及其震源機制，(b)由圖(a)提供的震源，經過彈性錯位理論算出的地表變形，Okada(1985)。

二、 集集地震案例分析

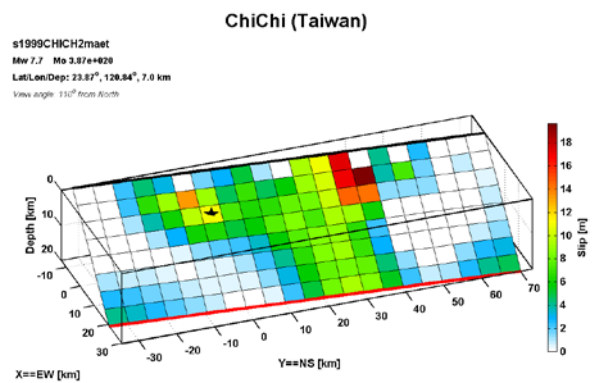
(一) 集集地震震源模型及 GPS 資料

集集地震發生於 1999 年 9 月 21 日上午 1 時 47 分，規模 $M_w 7.6$ ，震央位置在北緯 23.85 度，東經 120.82 度，沿著車籠埔斷層錯動(圖二-a)。此地震為台灣近年來規模最大死傷人數最多之地震。為了瞭解集集地震破裂過程行為，Ma et al. (2001) 利用波型資料，及地表變形資料(GPS) 逆推建立集集地震之震源模型(圖二-b)，其震源機制為 strike 5 度、dip 30 度、rake 55 度。本研究以 Ma et al. (2001) 所得到的有限斷層錯動量分布模型，利用 Okada(1985)所建立的彈性半空間錯位模型(Elastic half-space dislocation model)進行地表變形模擬。此外我們參考中研院許雅儒博士所發表的集集地震 GPS 資料(圖三)，進一步將數值模擬所得到的結果與現有的地表變形資料(GPS 資料)比較，進行斷層錯動位移分析與驗證

(a)

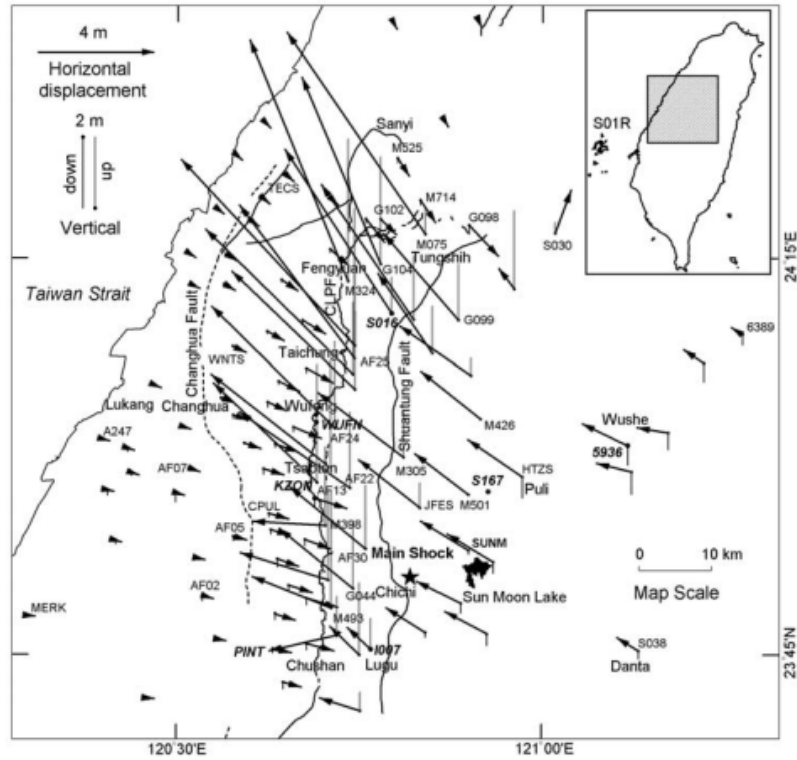


(b)



圖二、(a) 集集地震及其斷層構造位置，(b) Ma et a. (2001)所建立的集集地震之震源模型。

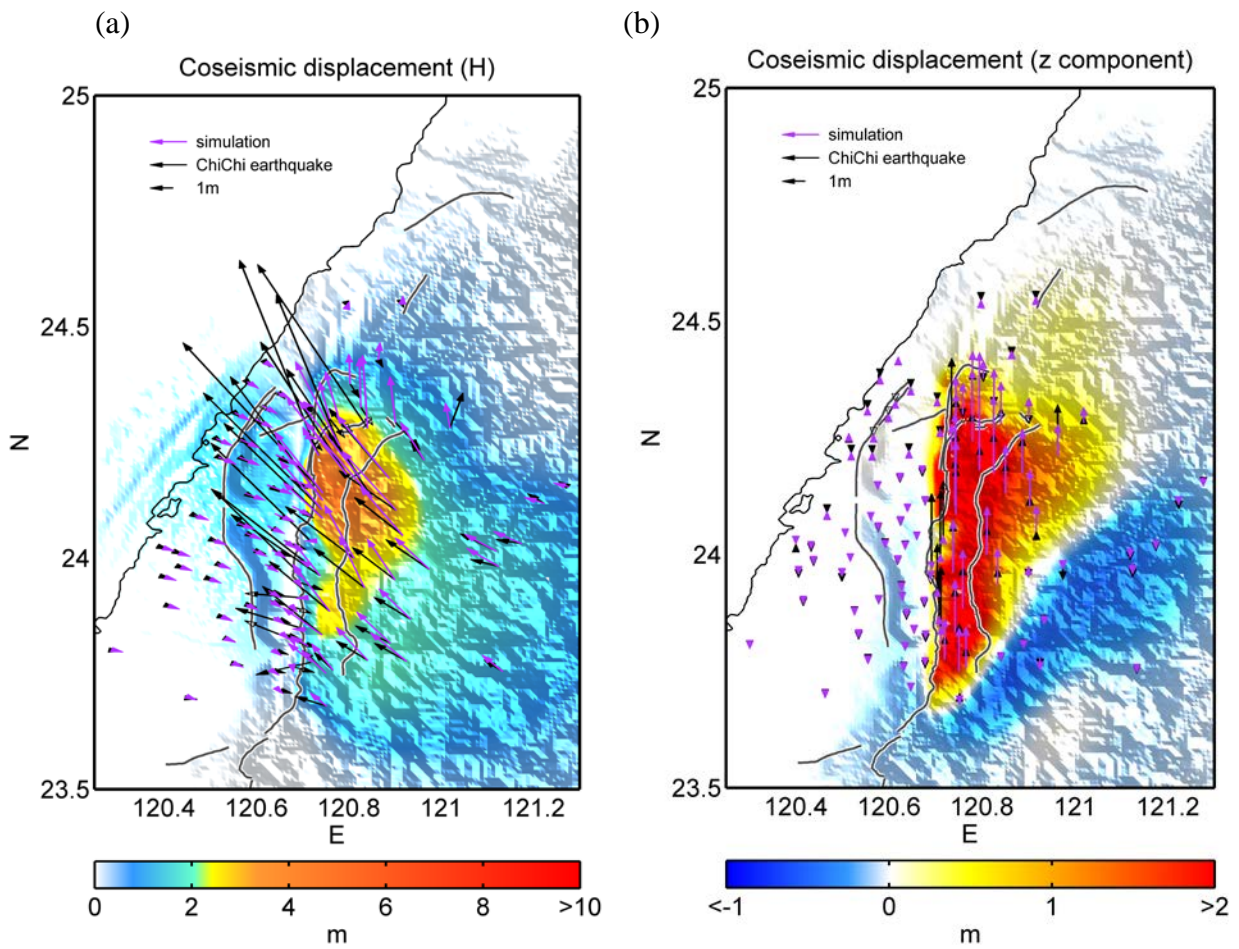
Chi-Chi Coseismic Displacement



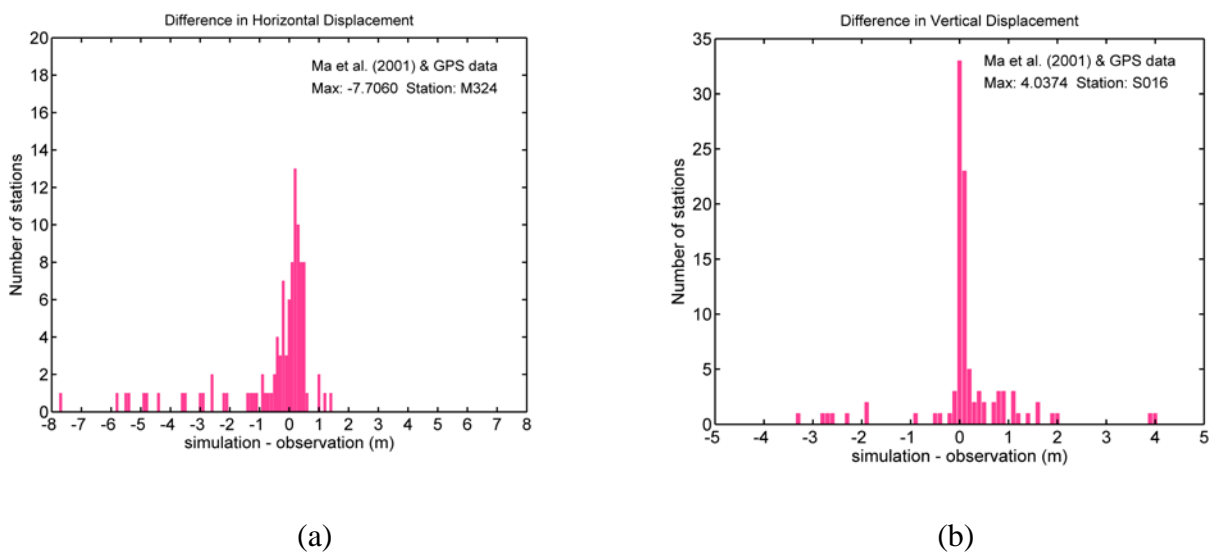
圖三、集集地震 GPS 所測得知地表變形量

(二) 集集地震地表變形模擬與 GPS 比較

本研究以集集地震為例子，利用 Ma et al. (2001)所建立的集集地震之震源模型(圖二(b))為依據，經由彈性錯位理論 Okada(1985)，算出的地表變形。模擬之地表變形量的結果如圖四，模擬結果最大位移量約五~六公尺，我們進一步計算數值模擬所得到的結果與現有的地表變形資料(GPS 資料，圖三)之殘差值(模擬結果減去 GPS 紀錄)，以圖五表示。結果顯示除了少數資料點 GPS 略大於模型模擬結果，大致變形量與前人研究(Yu et al. 2001, 2003)所發表集集地震之 GPS 紀錄之變形量一致。



圖四、由震源模型(Ma et al., 2001) 圖二(b)，經過彈性錯位理論算出的地表變形
(a) 水平方向位移，(b) 垂直方向位移。

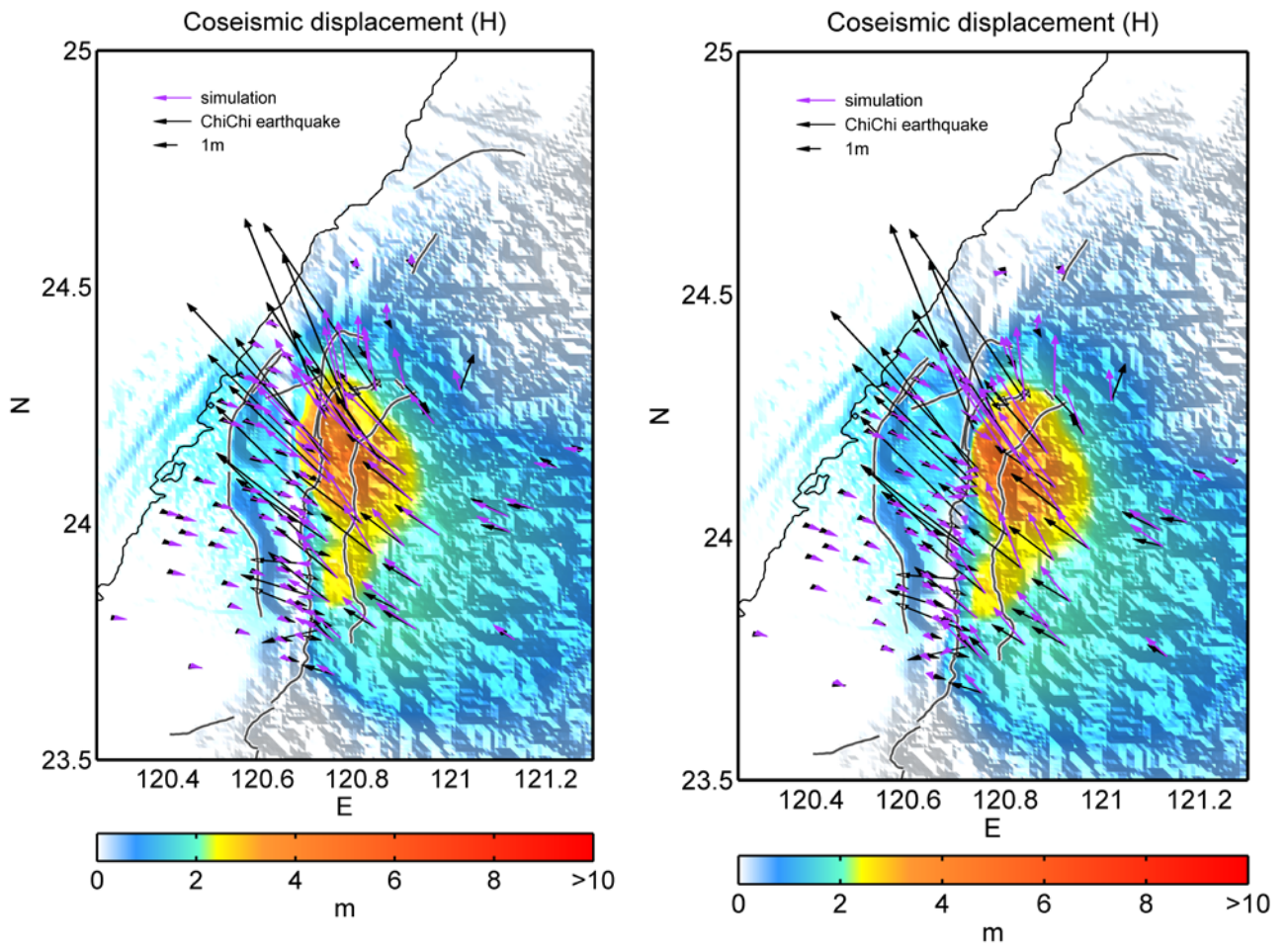


圖五、(a) 圖四(a)水平方向位移與 GPS 測站差異量之長條圖，(b) 圖四(b)垂直

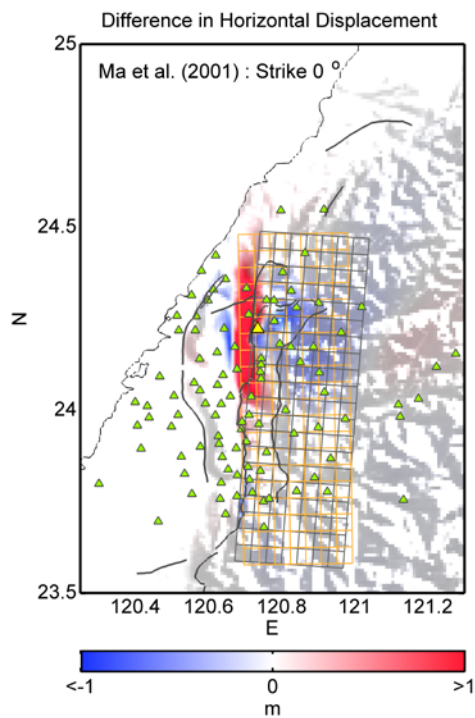
方向位移與 GPS 測站差異量之長條圖。

(三) 集集地震震源參數敏感性分析

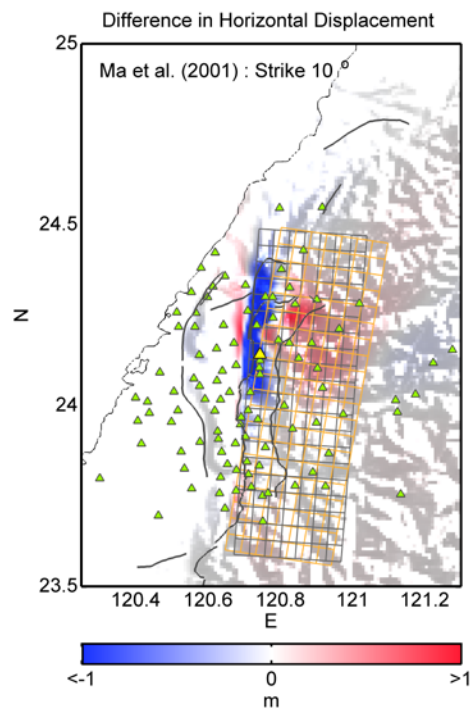
為了瞭解各震源參數對地表變形的影響，我們考慮震源參數 strike, dip, rake, 考慮各參數加減 5 度的變化量下，經過彈性錯位理論算出的地表變形之差異量。圖六為改變震源參數 strike 角度，經過彈性錯位理論算出的水平向地表變形量，圖七為水平向各測站位置地表變形差異量分布圖，圖八為垂直向地表變形量，圖九為垂直向各測站位置地表變形差異量分布圖。結果顯示除了少數幾個近斷層測站位置有較大的變異量之外，大部分的測站位置其滑移量之變異量約為正負 1 公尺以內，水平向總變異量為 20.55 公尺(strike=0)，23.80 公尺.(strike=10)，垂直向總變異量為 19.65 公尺(strike=0)，28.66 公尺(strike=10)。圖十~圖十三分別為改變震源參數 dip 角度，經過彈性錯位理論算出的水平向及垂直向之各測站位置地表變形量及其差異量分布圖。結果顯示各測站位置其滑移量之變異量均在正負 1 公尺以內，水平向總變異量為 27.55 公尺(dip=25)，24.66 公尺(dip=35)，垂直向總變異量為 16.76 公尺(dip=25)，17.76 公尺(dip=35)。圖十四~圖十七分別為改變震源參數 rake 角度，經過彈性錯位理論算出的水平向及垂直向之各測站位置地表變形量及其差異量分布圖。結果顯示各測站位置其滑移量之變異量比上述兩個參數較小，均在正負 0.5 公尺以內，水平向總變異量為 5.63 公尺(rake=50)，5.37 公尺(rake=60)，垂直向總變異量為 5.30 公尺(rake=50)，5.00 公尺(rake=60)。其敏感性分析結果指出，在考慮震源參數變化量 5 度的條件之下，大部分的位置其地表變形量的變異量為 1 公尺左右。圖十八表現改變震源模型(Ma et al., 2001) 參數(strike, dip, rake)，加減 5 度下，引致地表變形差異量總值。結果指出 strike 角度及 dip 角度變化對地表變形影響最大，而 rake 角度變化影響最小，因此，在未來分析地表變形所考慮的震源參數模型，其 strike 及 dip 參數為重要的影響因子，須更重視其準確度。



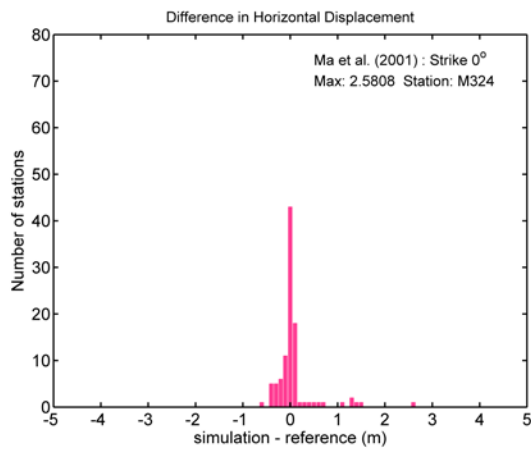
圖六、由震源模型(Ma et al., 2001)改變震源參數 strike 角度，經過彈性錯位理論算出的水平向地表變形(a)strike 減 5 度(strike 為 0 度)，(b) strike 加 5 度(strike 為 10 度)。



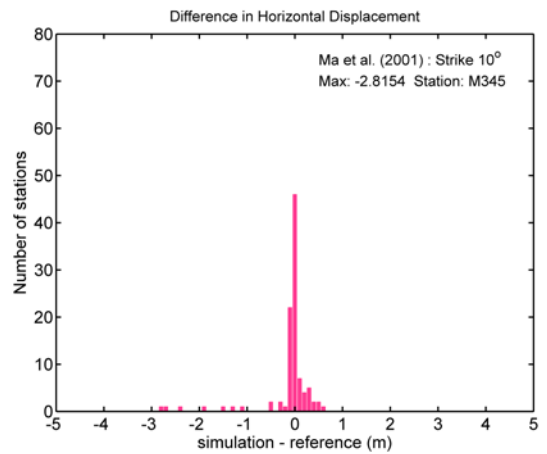
(a)



(b)

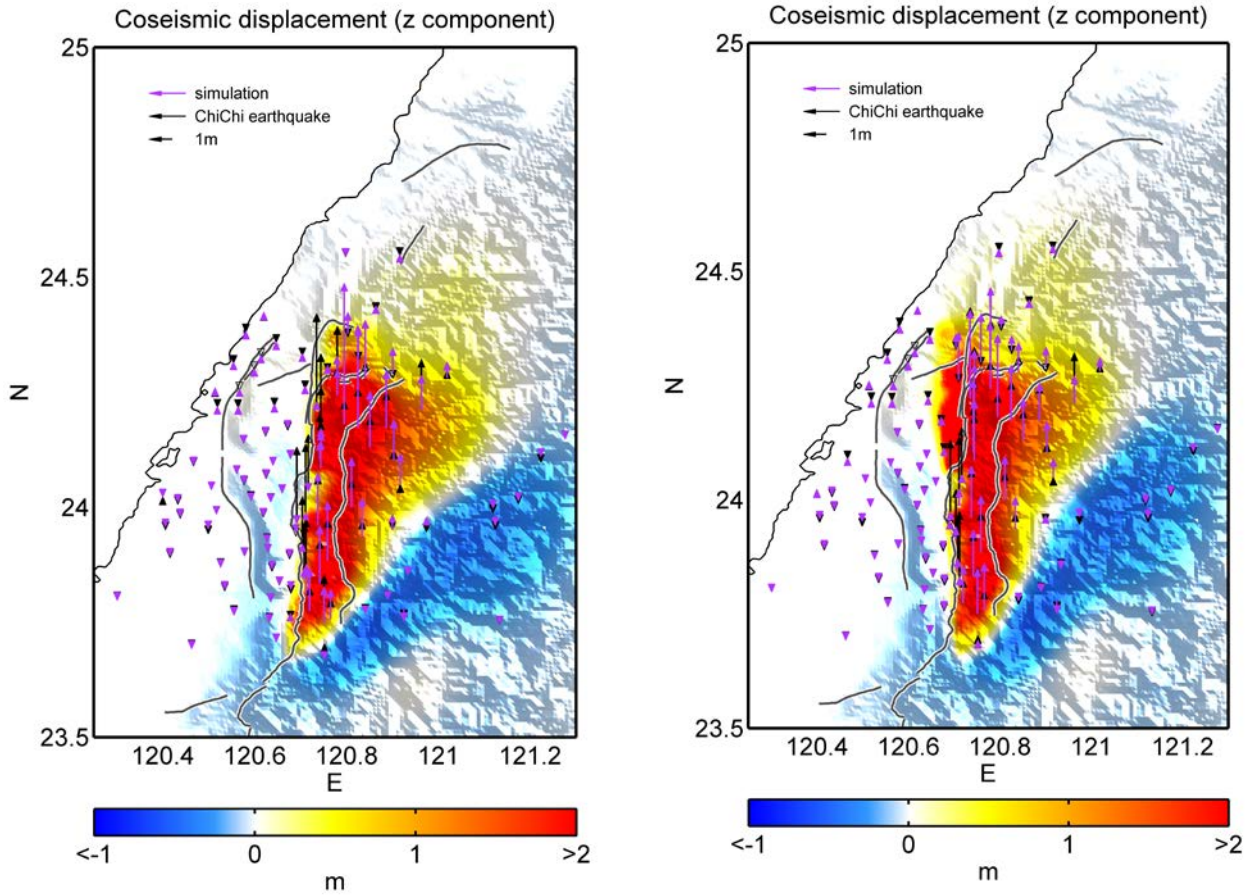


(c)

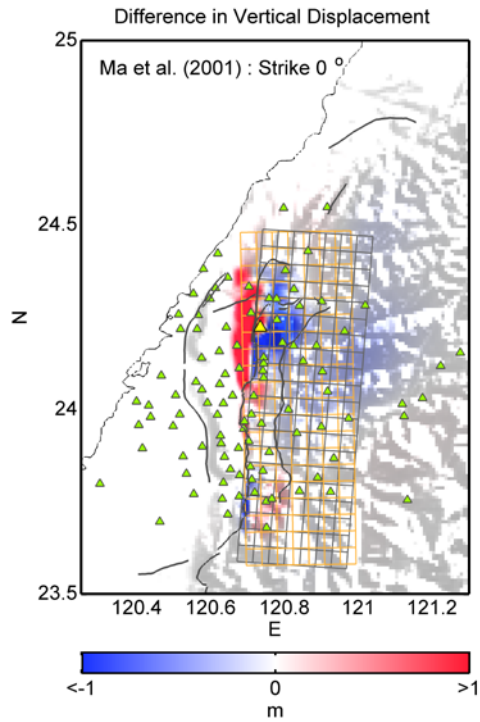


(d)

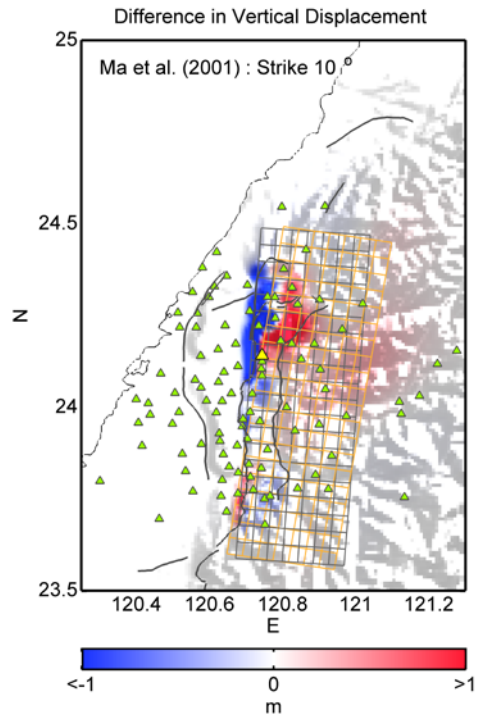
圖七、改變震源模型(Ma et al., 2001)strike 角度，經過彈性錯位理論算出的水平向地表變形差異量分布圖(a)strike 減 5 度(strike 為 0 度)之地表變形差異量分布圖，(b) strike 加 5 度(strike 為 10 度)，之地表變形差異量分布圖(c)strike 減 5 度(strike 為 0 度) 之地表變形差異量直條圖(d) strike 加 5 度(strike 為 10 度)之地表變形差異量直條圖。



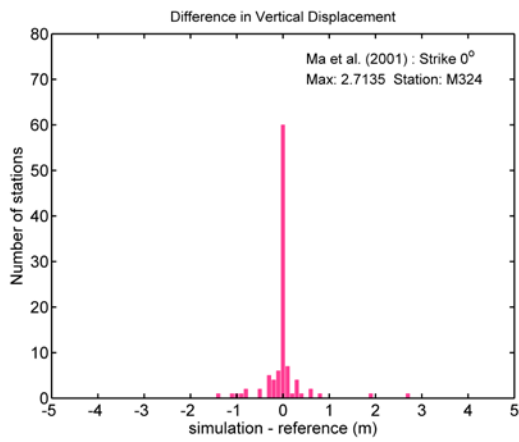
圖八、由震源模型(Ma et al., 2001)改變震源參數 strike 角度，經過彈性錯位理論算出的垂直向地表變形(a)strike 減 5 度(strike 為 0 度)，(b) strike 加 5 度(strike 為 10 度)。



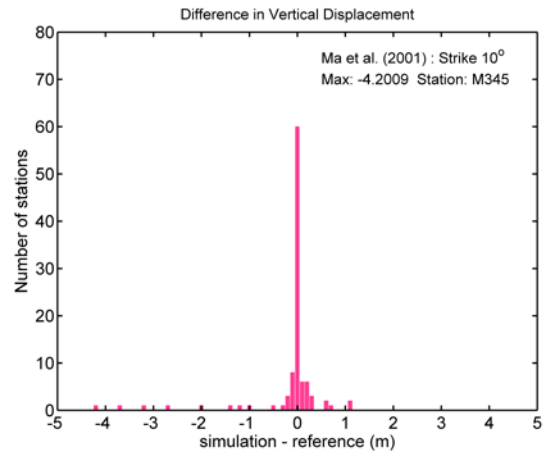
(a)



(b)

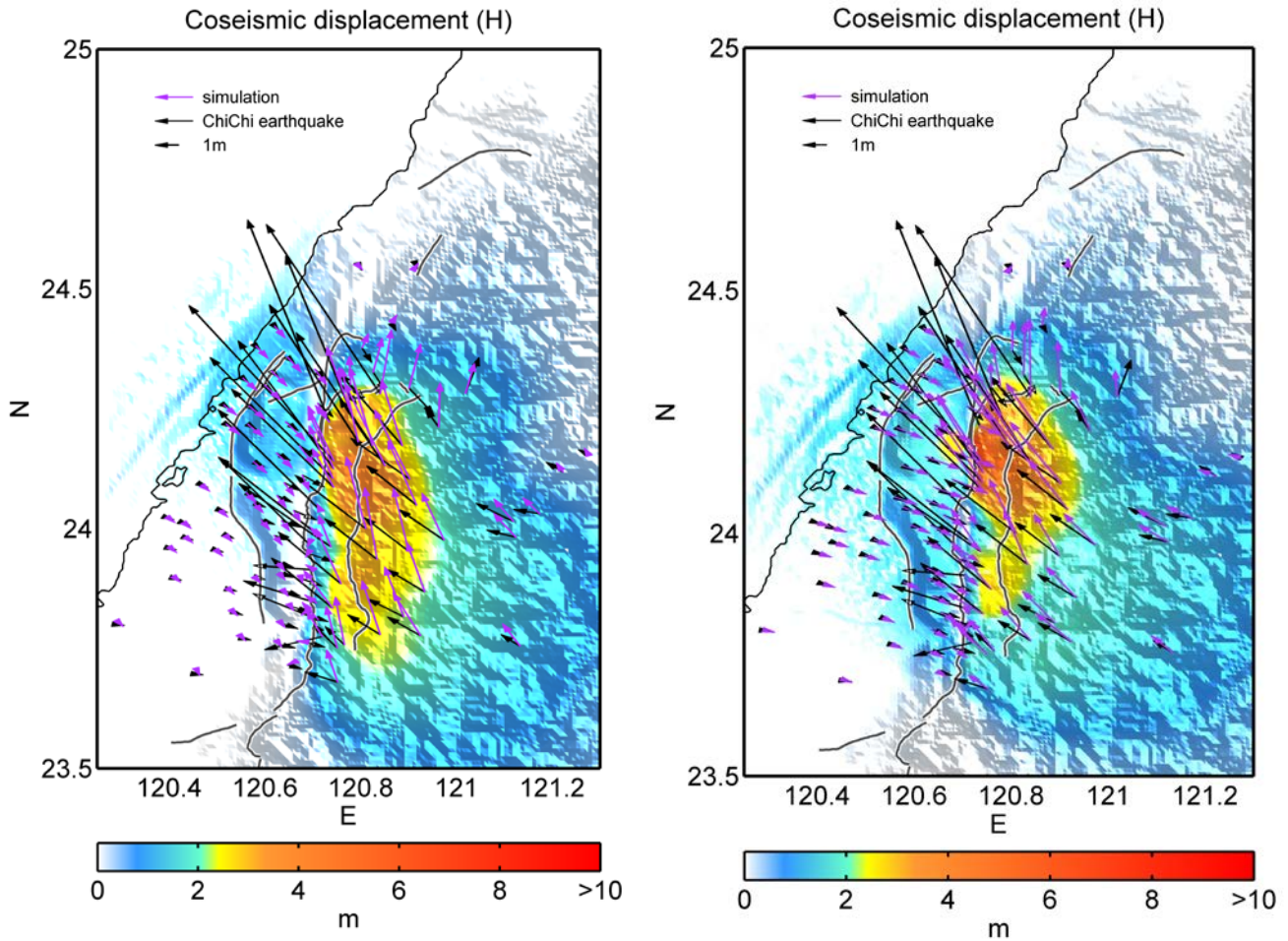


(c)

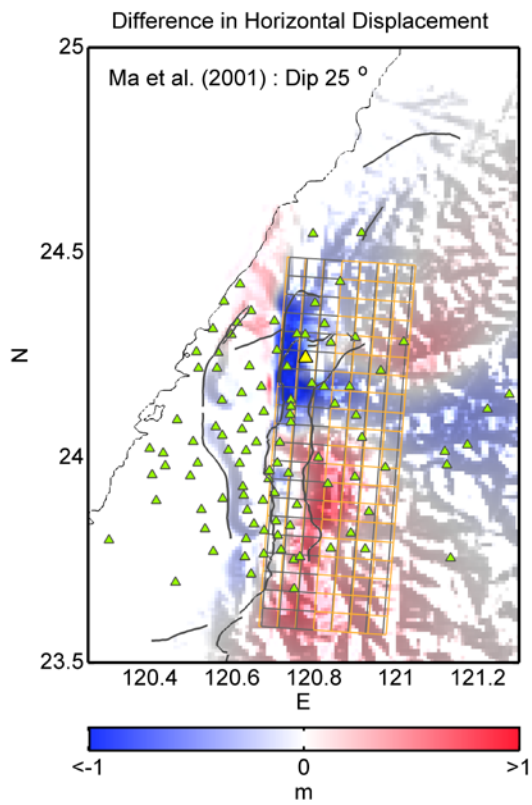


(d)

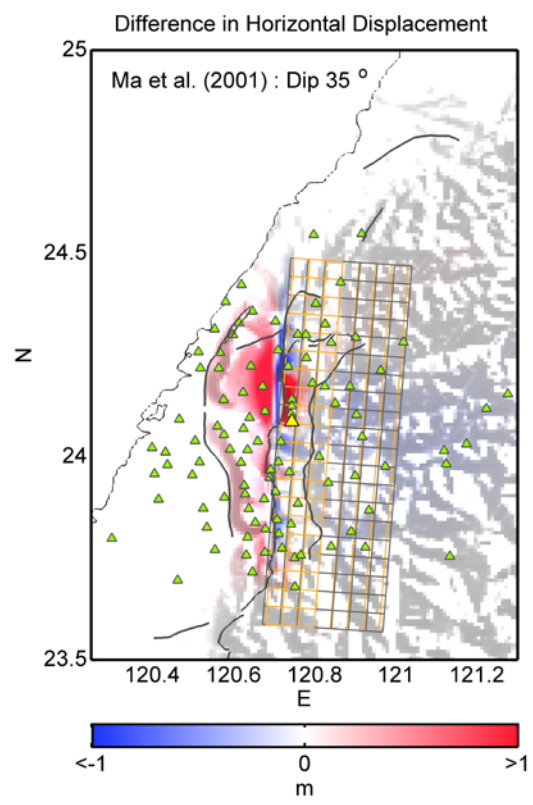
圖九、改變震源模型(Ma et al., 2001)strike 角度，經過彈性錯位理論算出的垂直向地表變形差異量分布圖(a)strike 減 5 度(strike 為 0 度)之地表變形差異量分布圖，(b) strike 加 5 度(strike 為 10 度)，之地表變形差異量分布圖(c)strike 減 5 度(strike 為 0 度) 之地表變形差異量直條圖(d) strike 加 5 度(strike 為 10 度)之地表變形差異量直條圖。



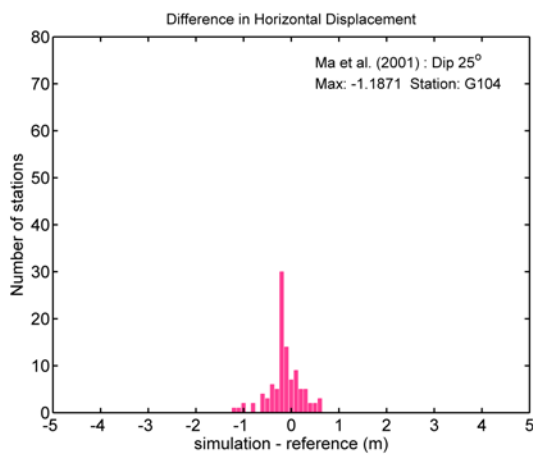
圖十、由震源模型(Ma et al., 2001)改變震源參數 dip 角度，經過彈性錯位理論算出的水平向地表變形(a) dip 減 5 度(dip 為 25 度)，(b) dip 加 5 度(dip 為 35 度)。



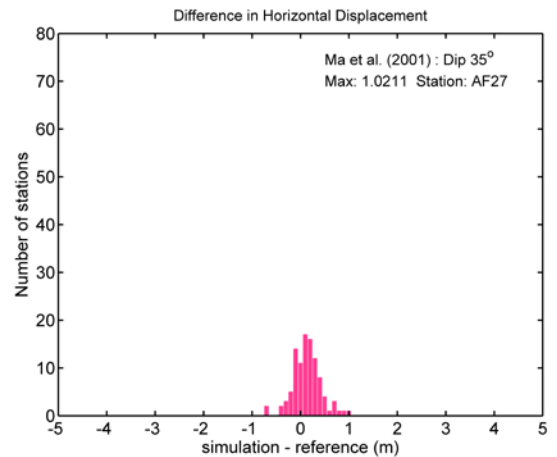
(a)



(b)

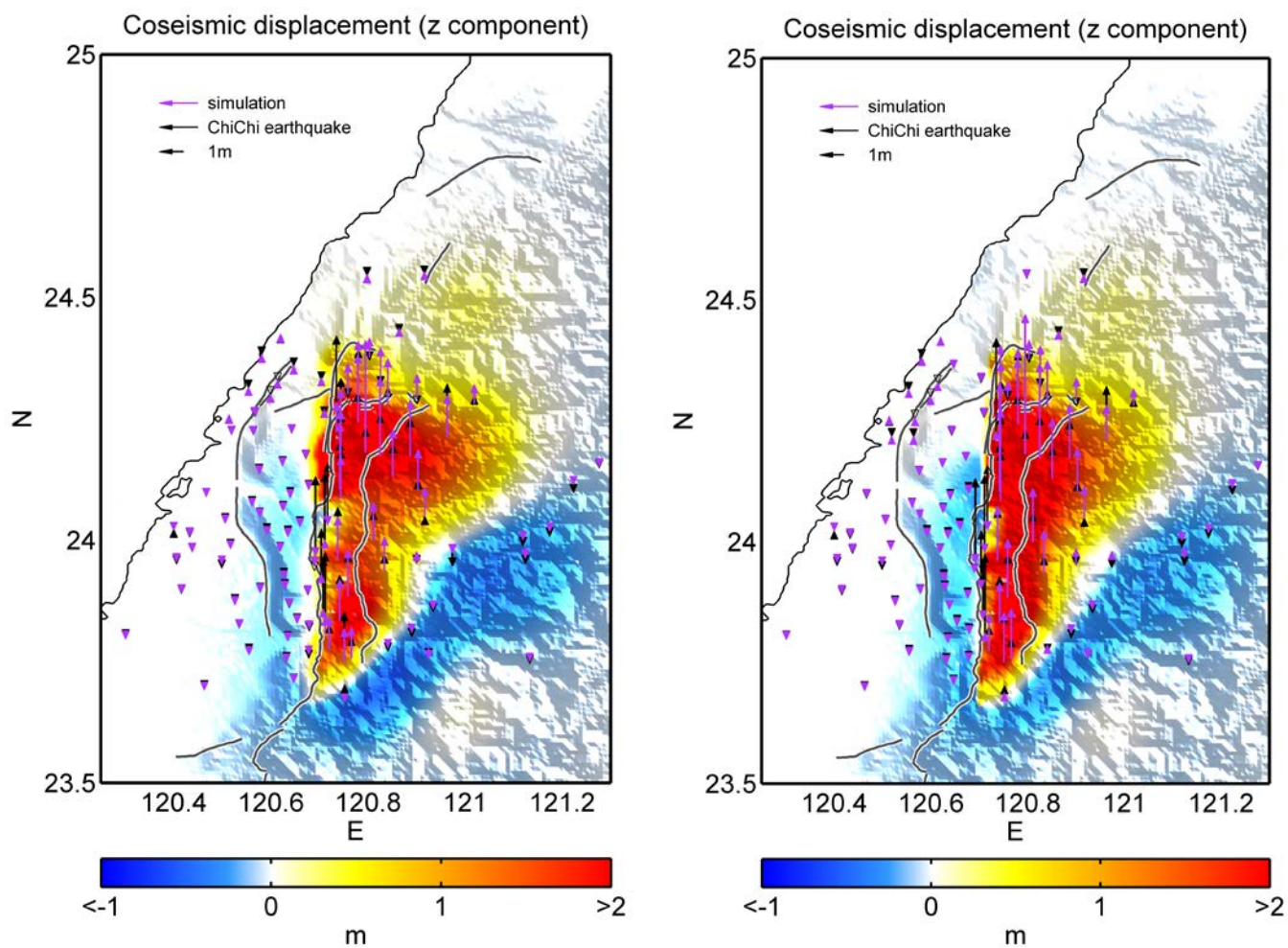


(c)

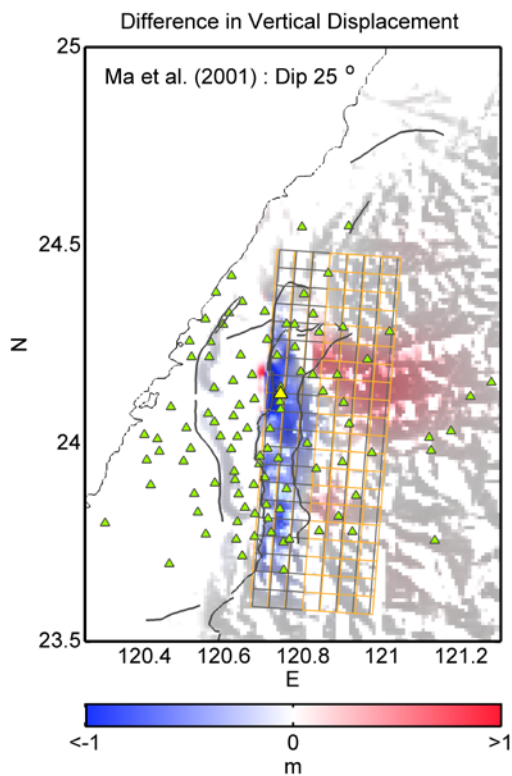


(d)

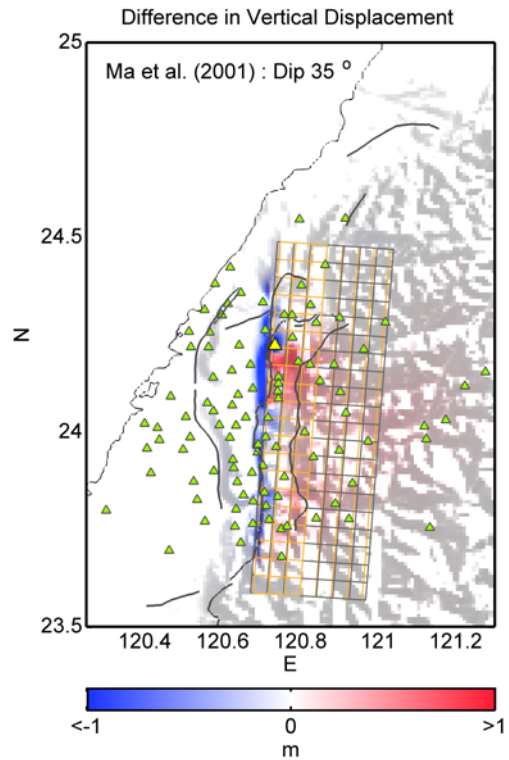
圖十一、改變震源模型(Ma et al., 2001) dip 角度，經過彈性錯位理論算出的水平向地表變形差異量分布圖(a) dip 減 5 度(dip 為 25 度)之地表變形差異量分布圖，(b) dip 加 5 度(dip 為 35 度)之地表變形差異量分布圖(c) dip 減 5 度(dip 為 25 度)之地表變形差異量直條圖(d) dip 加 5 度(dip 為 35 度)之地表變形差異量直條圖。



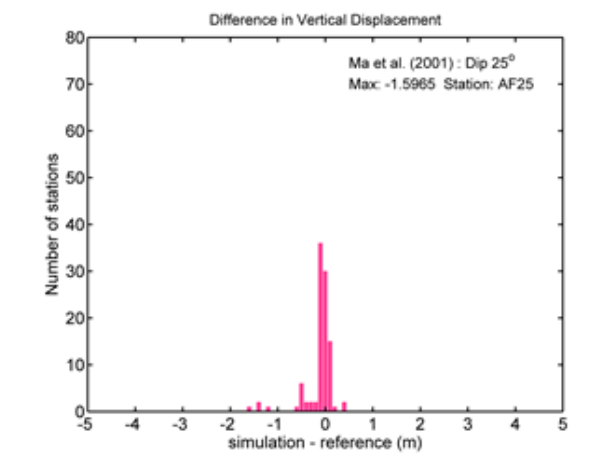
圖十二、由震源模型(Ma et al., 2001)改變震源參數 dip 角度，經過彈性錯位理論算出的垂直向地表變形(a) dip 減 5 度(dip 為 25 度)，(b) dip 加 5 度(dip 為 35 度)。



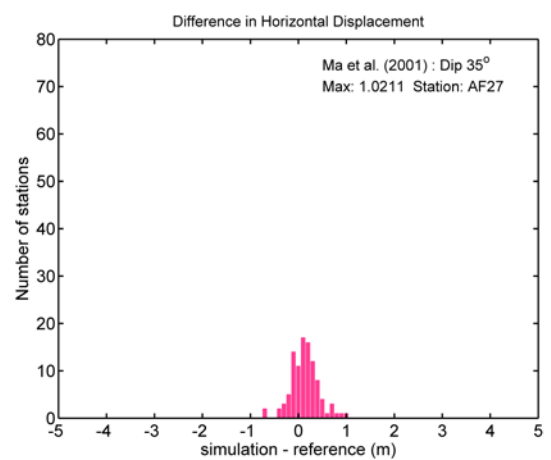
(a)



(b)

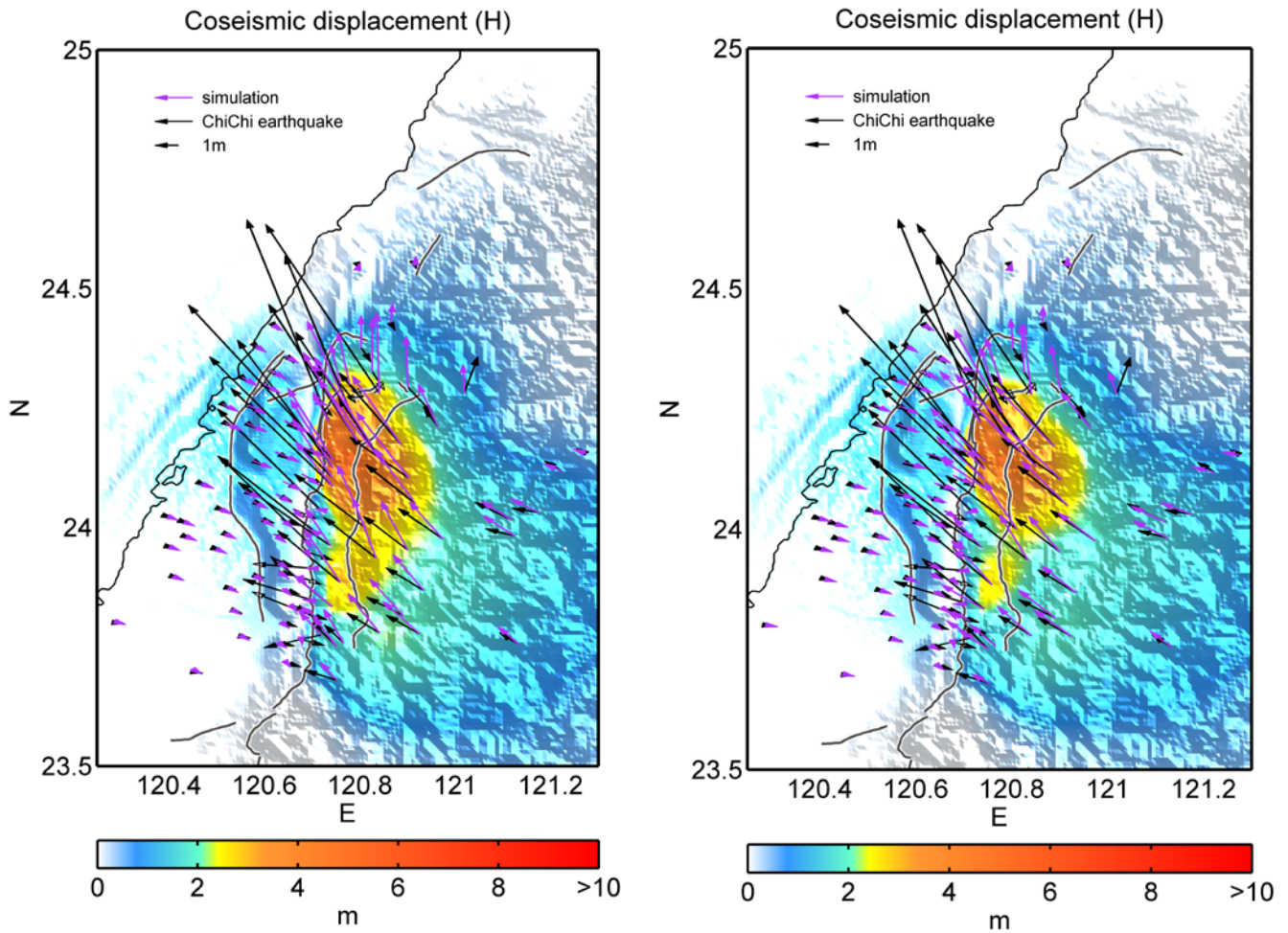


(c)

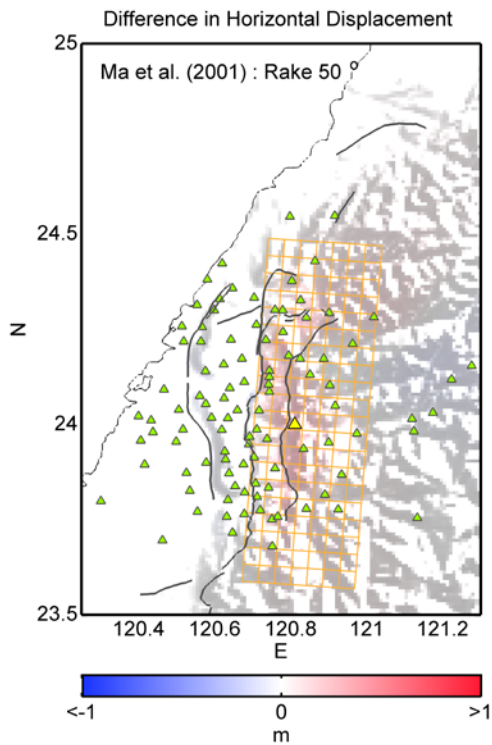


(d)

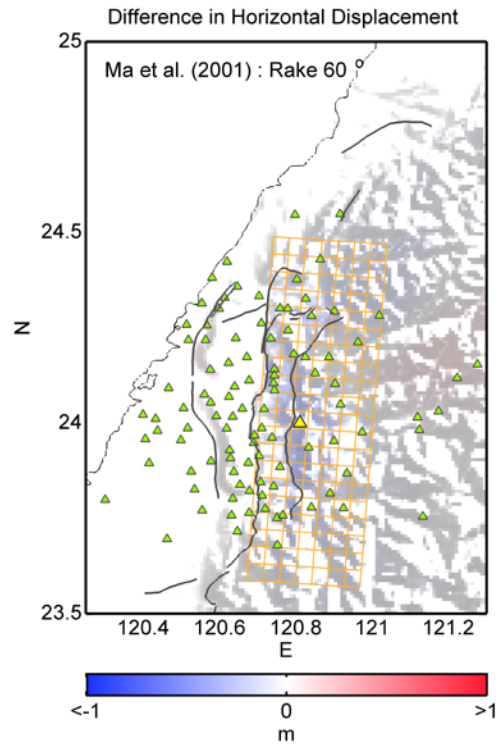
圖十三、改變震源模型(Ma et al., 2001) dip 角度，經過彈性錯位理論算出的垂直向地表變形差異量分布圖(a) dip 減 5 度(dip 為 25 度)之地表變形差異量分布圖，(b) dip 加 5 度(dip 為 35 度)之地表變形差異量分布圖(c) dip 減 5 度(dip 為 25 度)之地表變形差異量直條圖(d) dip 加 5 度(dip 為 35 度)之地表變形差異量直條圖。



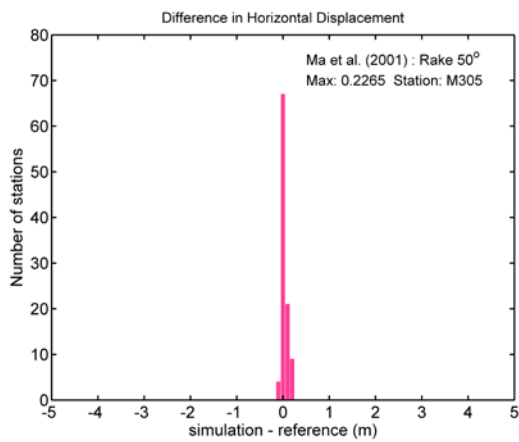
圖十四、由震源模型(Ma et al., 2001)改變震源參數 rake 角度，經過彈性錯位理論算出的水平向地表變形(a) rake 減 5 度(rake 為 50 度)，(b) rake 加 5 度(rake 為 60 度)。



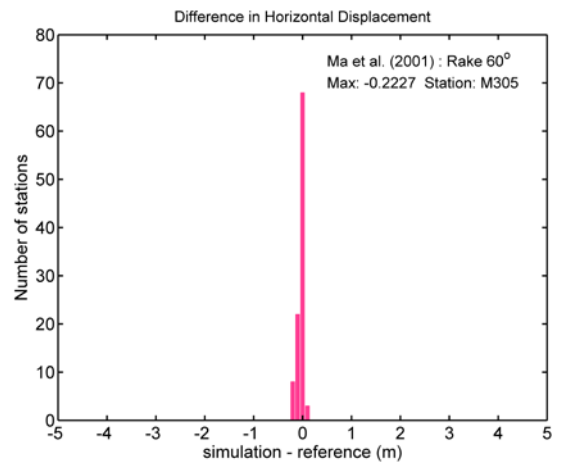
(a)



(b)

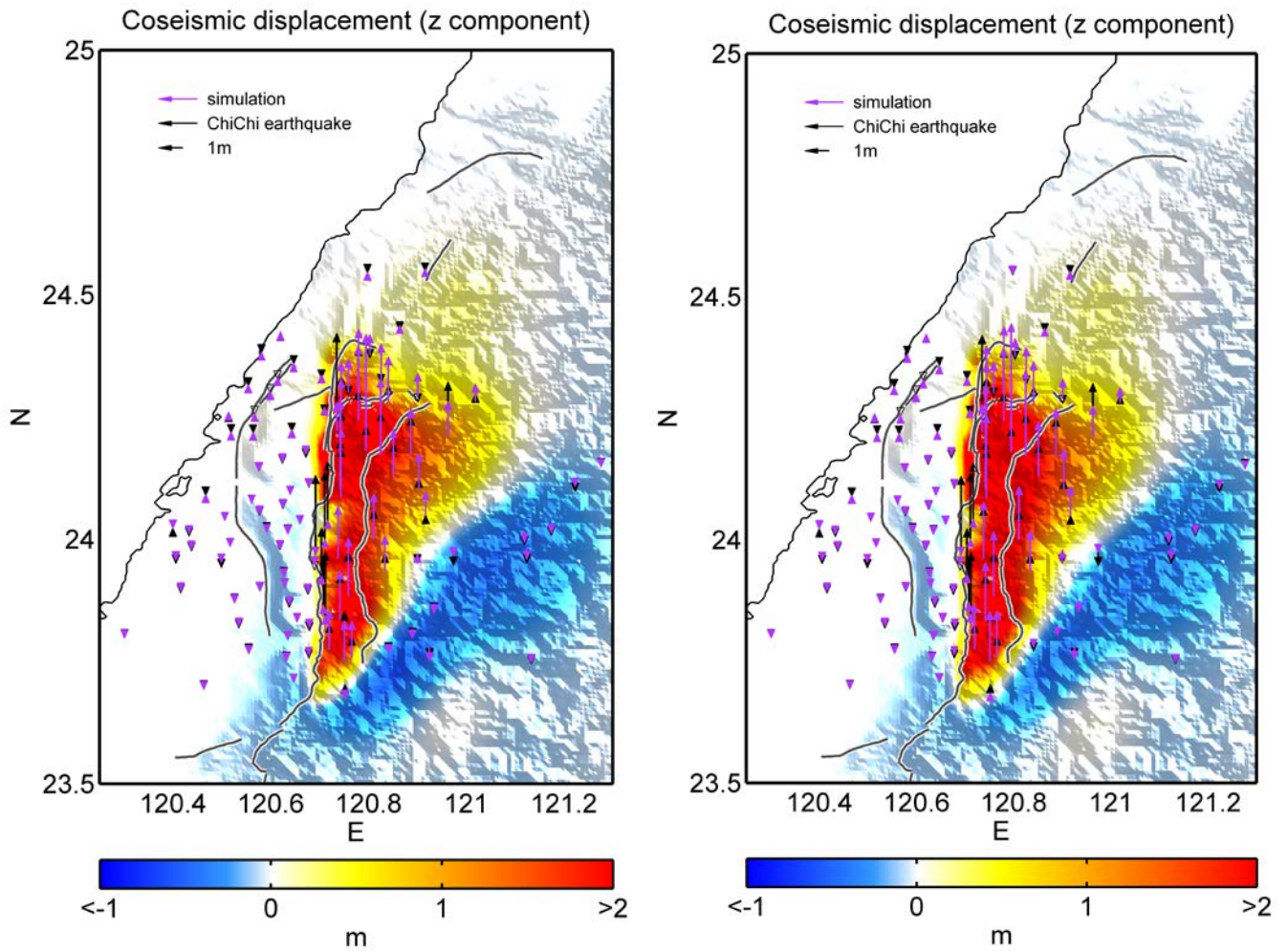


(c)

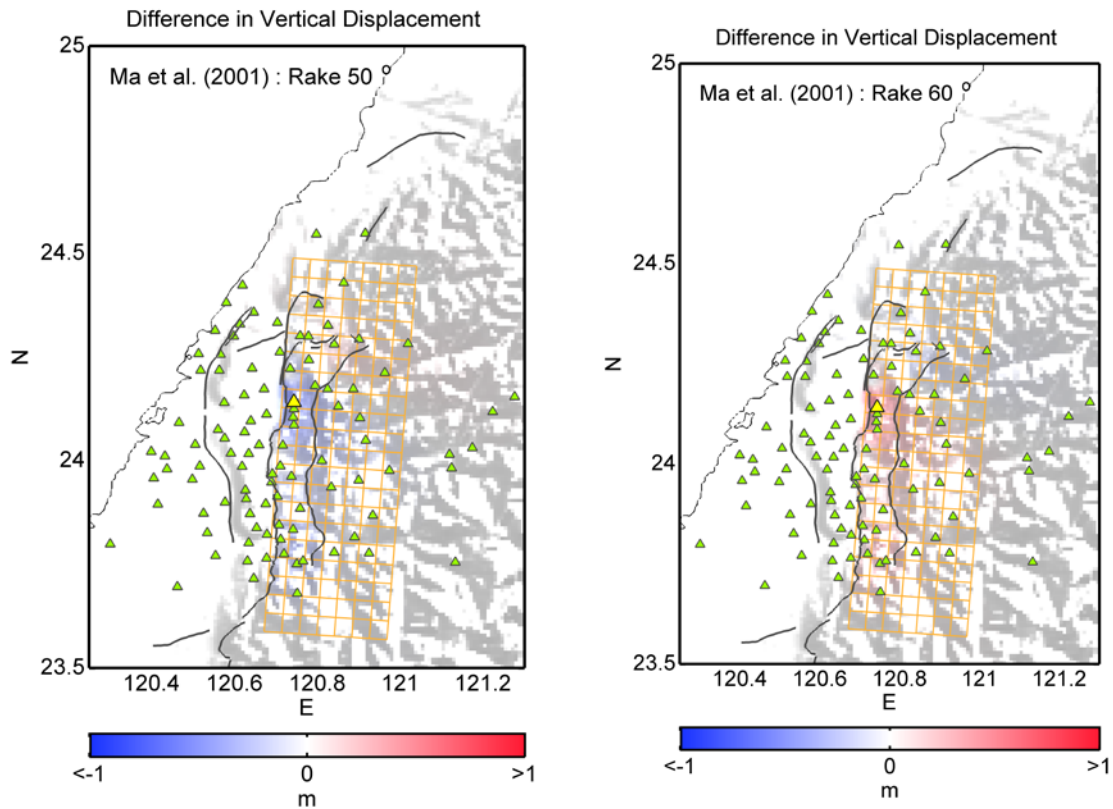


(d)

圖十五、改變震源模型(Ma et al., 2001) rake 角度，經過彈性錯位理論算出的水平向地表變形差異量分布圖(a) rake 減 5 度(rake 為 50 度)之地表變形差異量分布圖，(b) rake 加 5 度(rake 為 60 度)，之地表變形差異量分布圖(c) rake 減 5 度(rake 為 50 度)之地表變形差異量直條圖(d) rake 加 5 度(rake 為 60 度)之地表變形差異量直條圖。

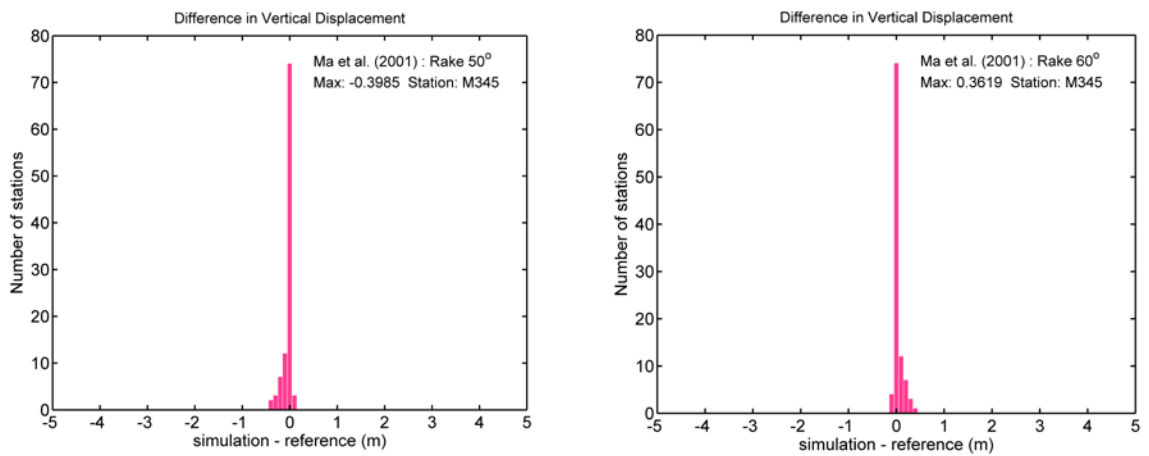


圖十六、由震源模型(Ma et al., 2001)改變震源參數 rake 角度，經過彈性錯位理論算出的垂直向地表變形(a) rake 減 5 度(rake 為 50 度)，(b) rake 加 5 度(rake 為 60 度)。



(a)

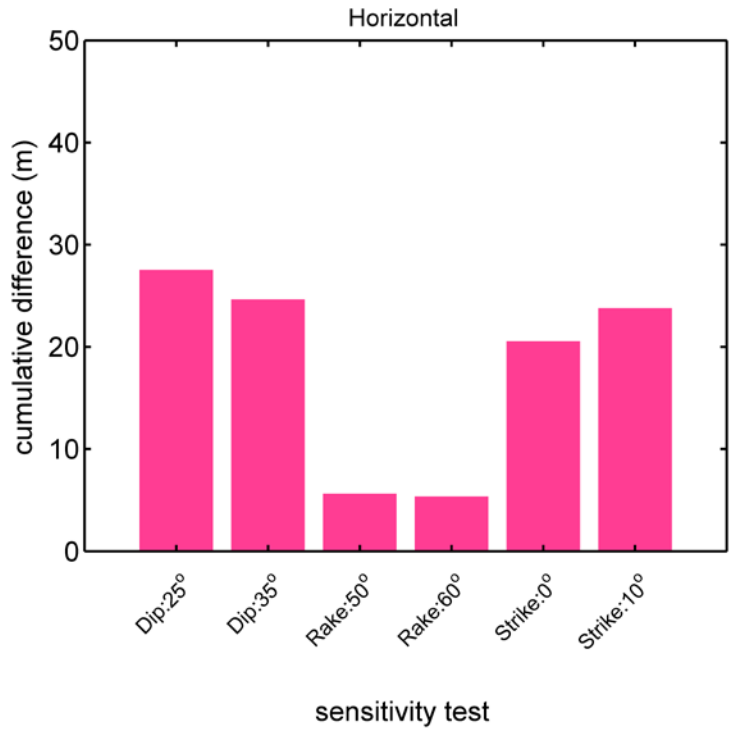
(b)



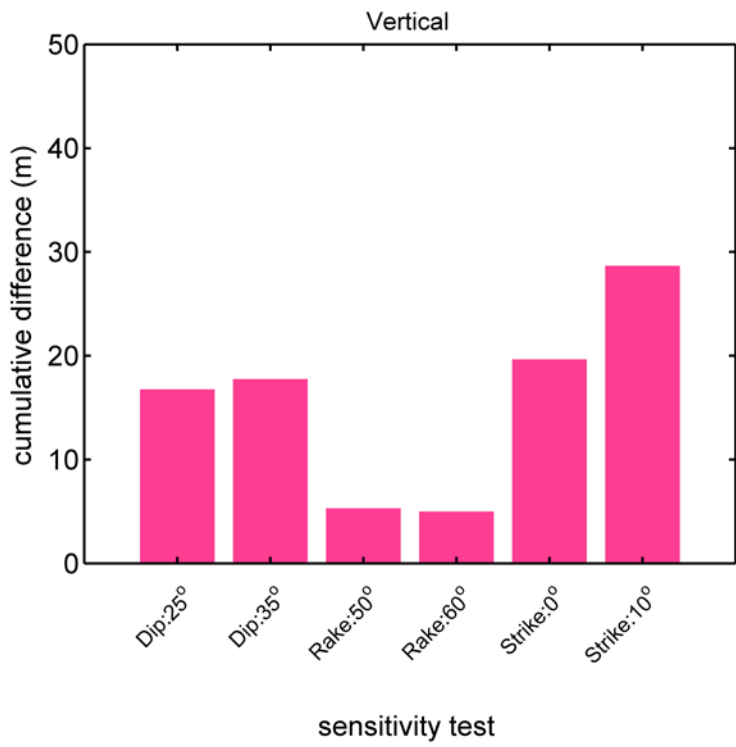
(c)

(d)

圖十七、改變震源模型(Ma et al., 2001) rake 角度，經過彈性錯位理論算出的垂直向地表變形差異量分布圖(a) rake 減 5 度(rake 為 50 度)之地表變形差異量分布圖，(b) rake 加 5 度(rake 為 60 度)，之地表變形差異量分布圖(c) rake 減 5 度(rake 為 50 度)之地表變形差異量直條圖(d) rake 加 5 度(rake 為 60 度)之地表變形差異量直條圖。



(a)



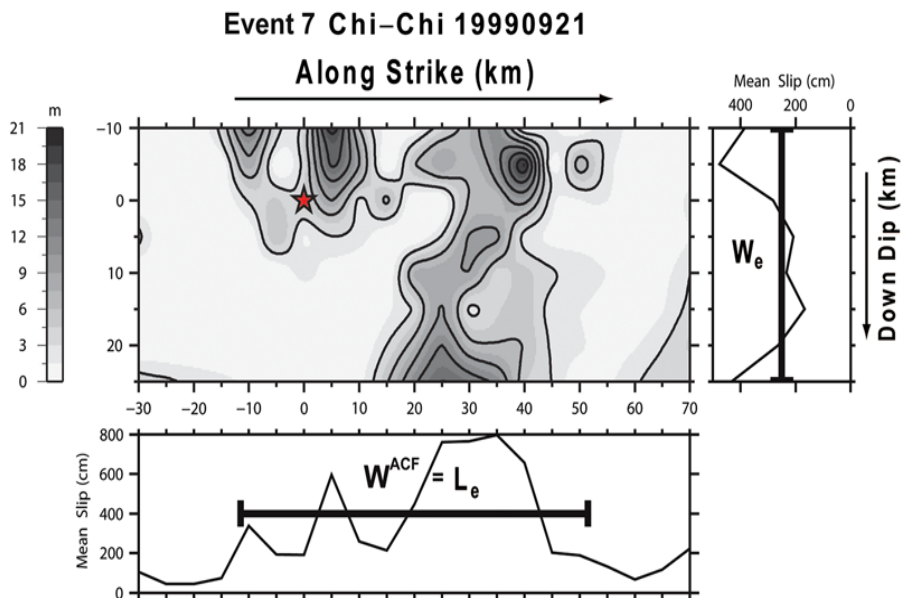
(b)

圖十八、改變震源模型(Ma et al., 2001)參數(strike, dip, rake)，加減 5 度下，引致地表變形差異量總值。

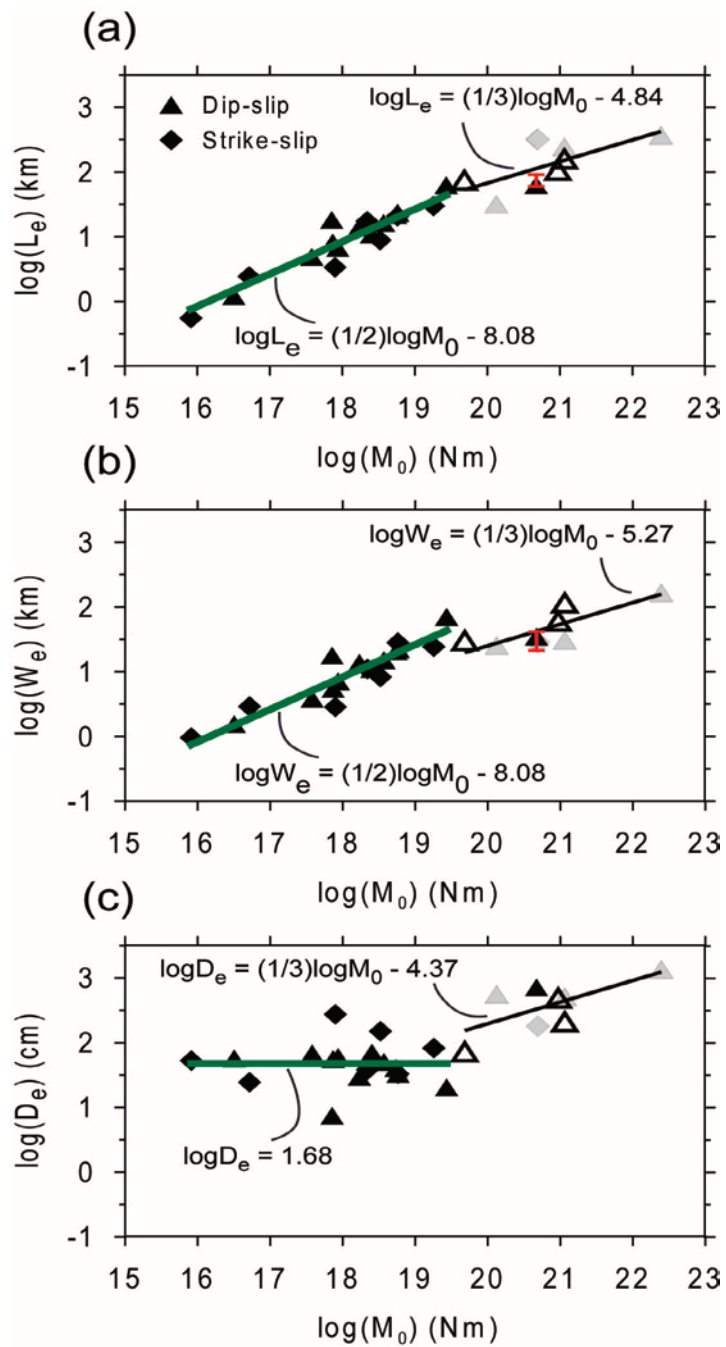
三、 震源模型參數建立

本研究利用前人已完成的許多地震事件之有限斷層錯動量分布模型來建立地震物理參數之經驗式。本計畫參考顏銀桐博士(2011)發表於 BSSA 的研究，該研究整理出台灣 19 個區域地震及 7 個全球地震之斷層滑移量模型分析，利用自我相關性分析(autocorrelation)計算有效斷層長及有效斷層寬(如圖十九)，此外，並建立有效斷層長、有效斷層寬及有效滑移量等地震參數與地震能量之冪律關係(圖二十)，本計畫利用此研究計算建立震源的有效破裂長寬。

此外，過去研究在分析 Asperity (大於 1.5 倍平均滑移量之所占面積)過程中，我們發現對於台灣地區之斷層滑移量模型大致而言，Asperity 的面積大約是有效面積的 20%左右(Lee et al., 2016)，因此，本研究利用此特性建立 20% asperity 特徵模型。



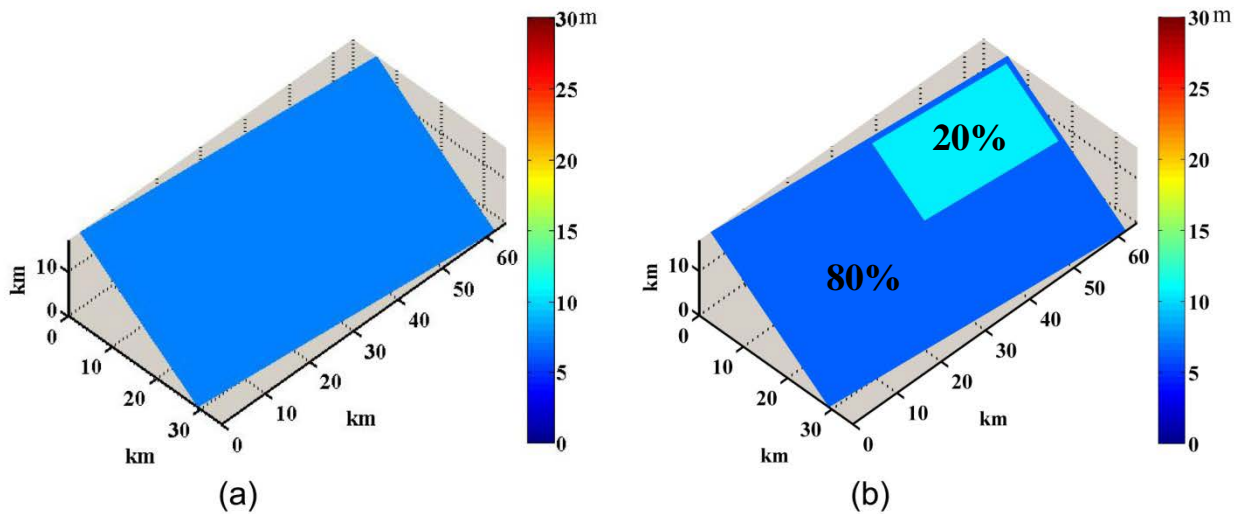
圖十九、 集集地震之斷層滑移量模型，下方圖及右方圖為沿著 strike 及 dip 之累積滑移量分佈曲線，計算自我相關係數(autocorrection)即可得到有效斷層長及有效斷層寬(如圖 L_e 、 W_e)。



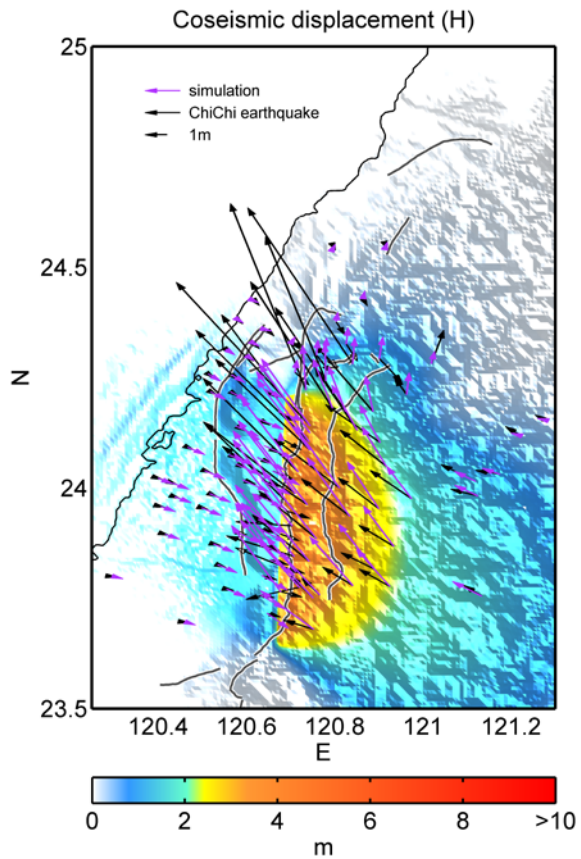
圖二十、(a)斷層有效長與地震矩之關係式，(b)斷層有效寬與地震矩之關係式及(c)錯動量對地震矩之關係(Yen and Ma, 2011)。

(一) 不同滑移量分布之震源模型

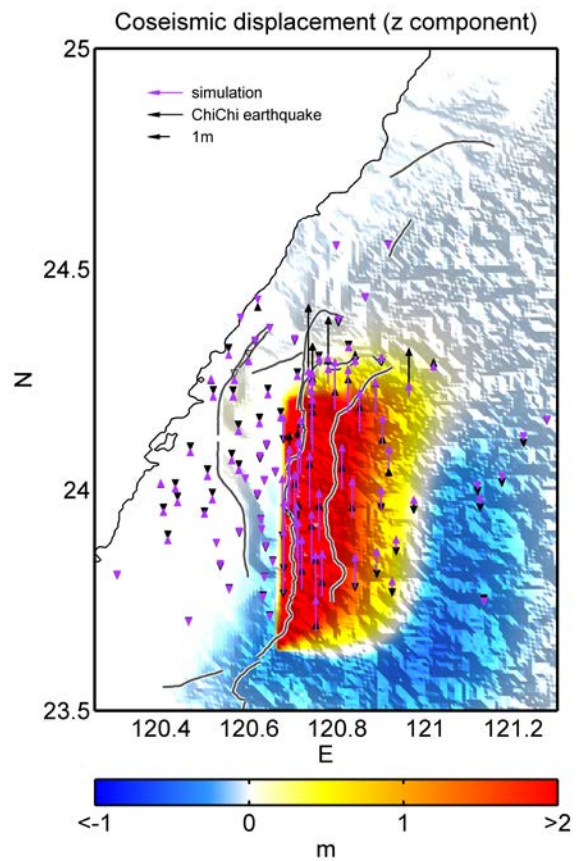
我們以集集地震為例子，分析斷層模型在不同的滑移量分布假設之下其地表變形量。模型考慮平均錯動量分布模型，20% asperity 特徵模型 (圖二十一) 進行數值模擬。我們針對此兩種震源模型，利用彈性錯位理論算出其地表變形量，結果如圖二十二~圖二十三，圖中表示此兩種震源模型所模擬之地表變形量。由地表變形差異量直條圖(圖二十二(c, d)，圖二十三(c, d))得知，平均錯動量分布模型所模擬出來的地表變形量其水平向其尖峰直落在 0.7 左右，此外，20% asperity 特徵模型所模擬出來的地表變形量其水平向大部分均落在 0~1 之間，由此結果得知，平均錯動量分布模型，20% asperity 特徵模型均比集集地震所引致的地表變形量低。



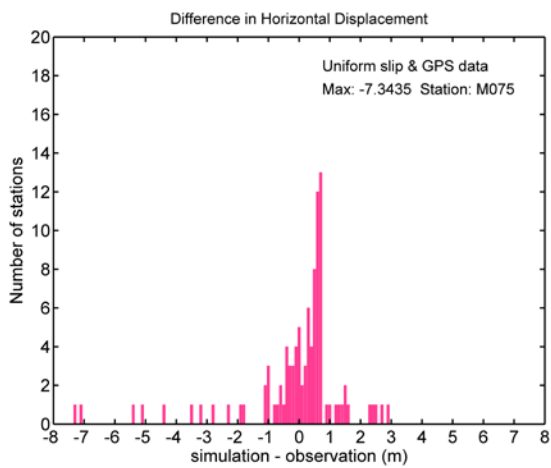
圖二十一、(a) 平均錯動量分布模型，(b) 20% asperity 特徵模型



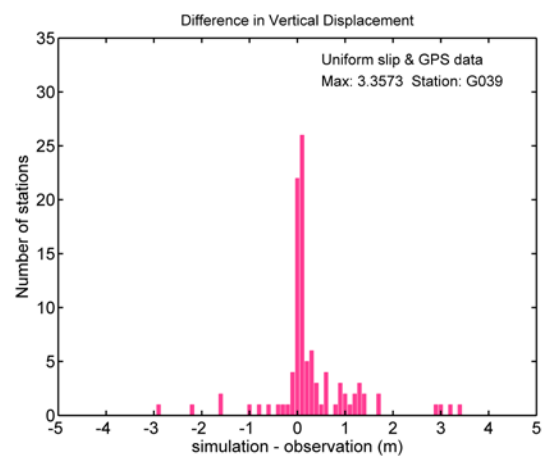
(a)



(b)

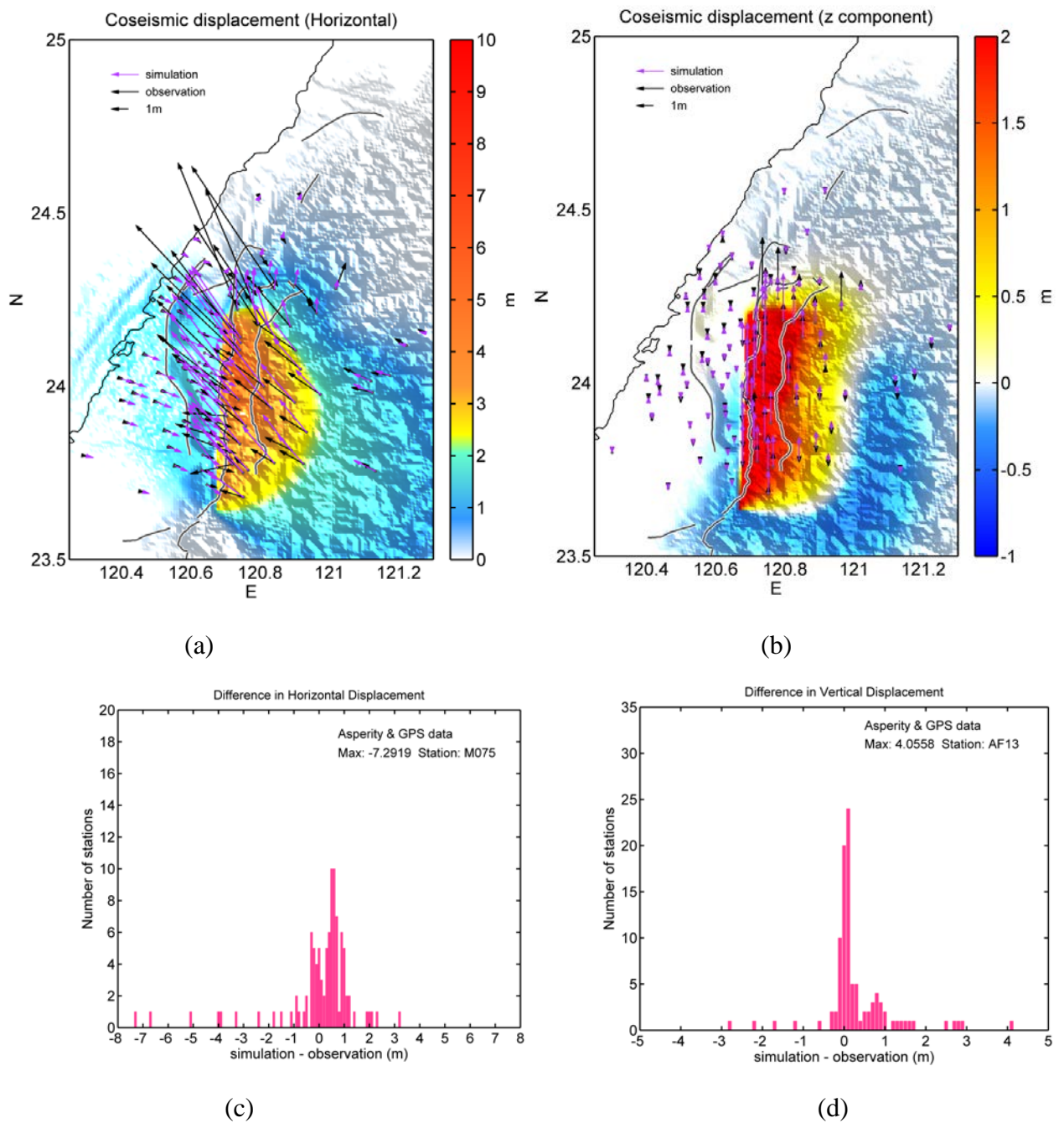


(c)



(d)

圖二十二、以平均錯動量分布模型，經過彈性錯位理論算出的地表變形。(a) 水平向，(b) 垂直向，(c) 水平向地表變形差異量直條圖，(d)垂直向地表變形差異量直條圖。

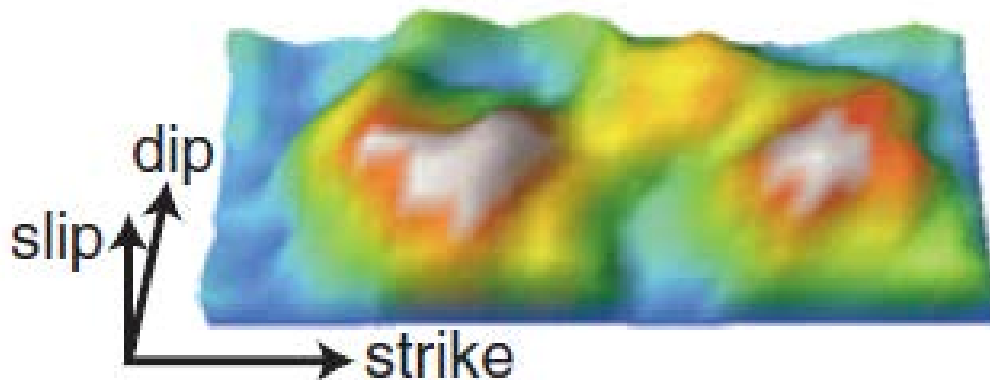


圖二十三、以 20% asperity 特徵模型，經過彈性錯位理論算出的地表變形。(a) 水平向，(b) 垂直向，(c) 水平向地表變形差異量直條圖，(d) 垂直向地表變形差異量直條圖。

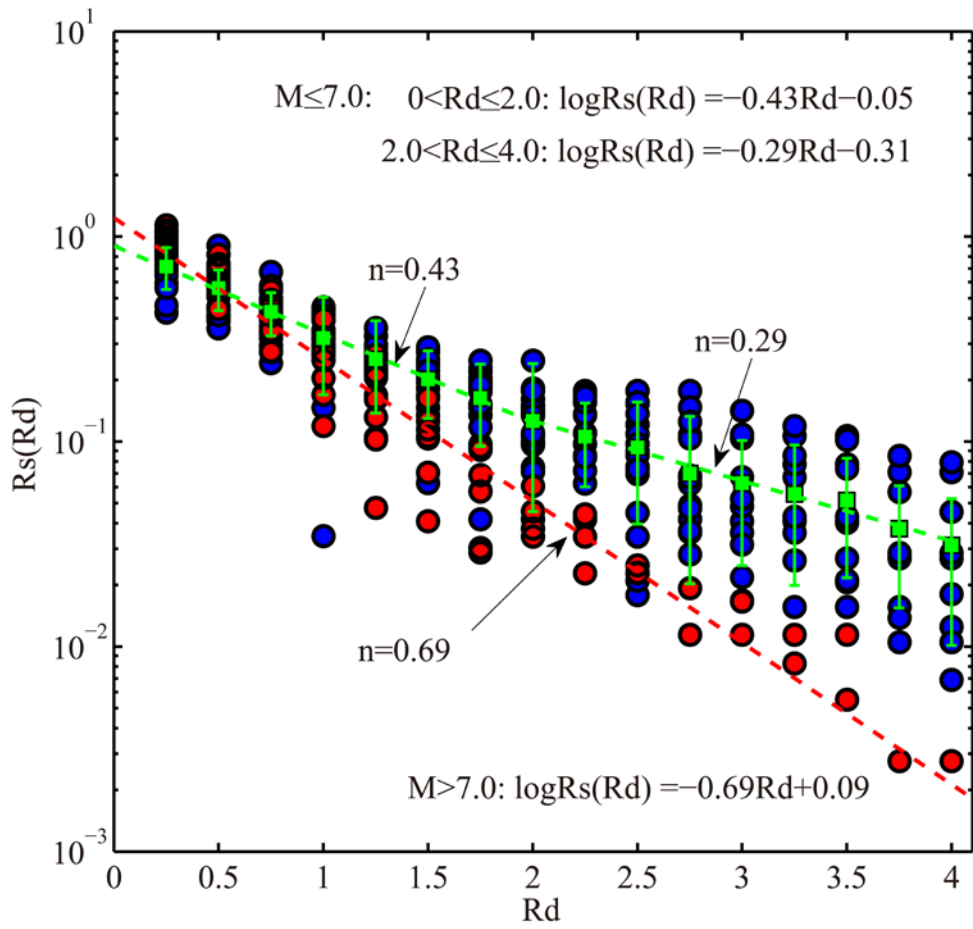
(二) 隨機滑移模型建立

地震的發生與過程是極複雜的行為。Herrero and Bernard (1994)提出斷層滑移分布在空間波數域中會符合 k-square 模型。Geist(2002)更利用此特性建立隨機斷層面(圖二十四)，進行海嘯模擬。此外，Lee et al. (2016)利用現有的斷層錯動量分布計算不同倍數平均滑移量之所占面積與相對比例滑移量存在幂律關係 $\log R_s = -0.69R_d + 0.09$ 。Rd 為相對於平均滑移量之比例；Rs: 滑移量大於 Rd 倍平均滑移量之所占面積相對於平均有效面積之比例(圖二十五)。

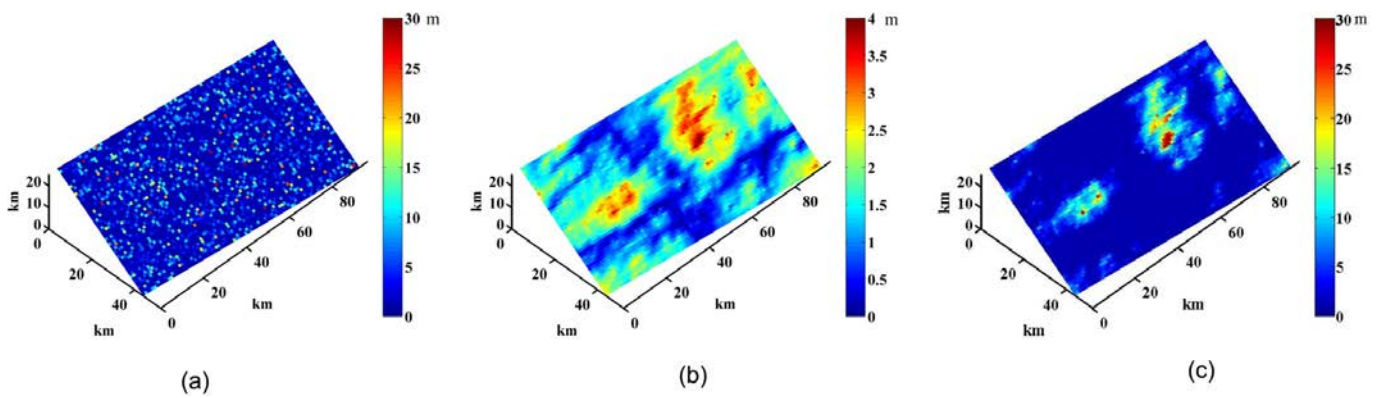
本研究利用隨機模型(stochastic)技術，考慮上述所得到的滑移量及所占面積之經驗式，建立隨機斷層面模型，模擬其可能造成之地表變形量。隨機模型建立主要分為三步驟，第一步驟給予隨機分布如圖二十六(a)，第二步驟將此滑移分布轉到空間頻率域，是其空間頻譜隨波數二次方衰減如圖二十六(b)，第三步驟將此滑移分布重新分配使其符合滑移量及面積之經驗式如圖二十六(c)，此為本研究利用隨機模型及滑移量及面積之經驗式，所得到的震源模型。



圖二十四、利用隨機模型所得到之滑移量分佈圖(Geist, 2002)。



圖二十五、滑移量在不同平均滑移倍數下與其所占面積比例之關係。

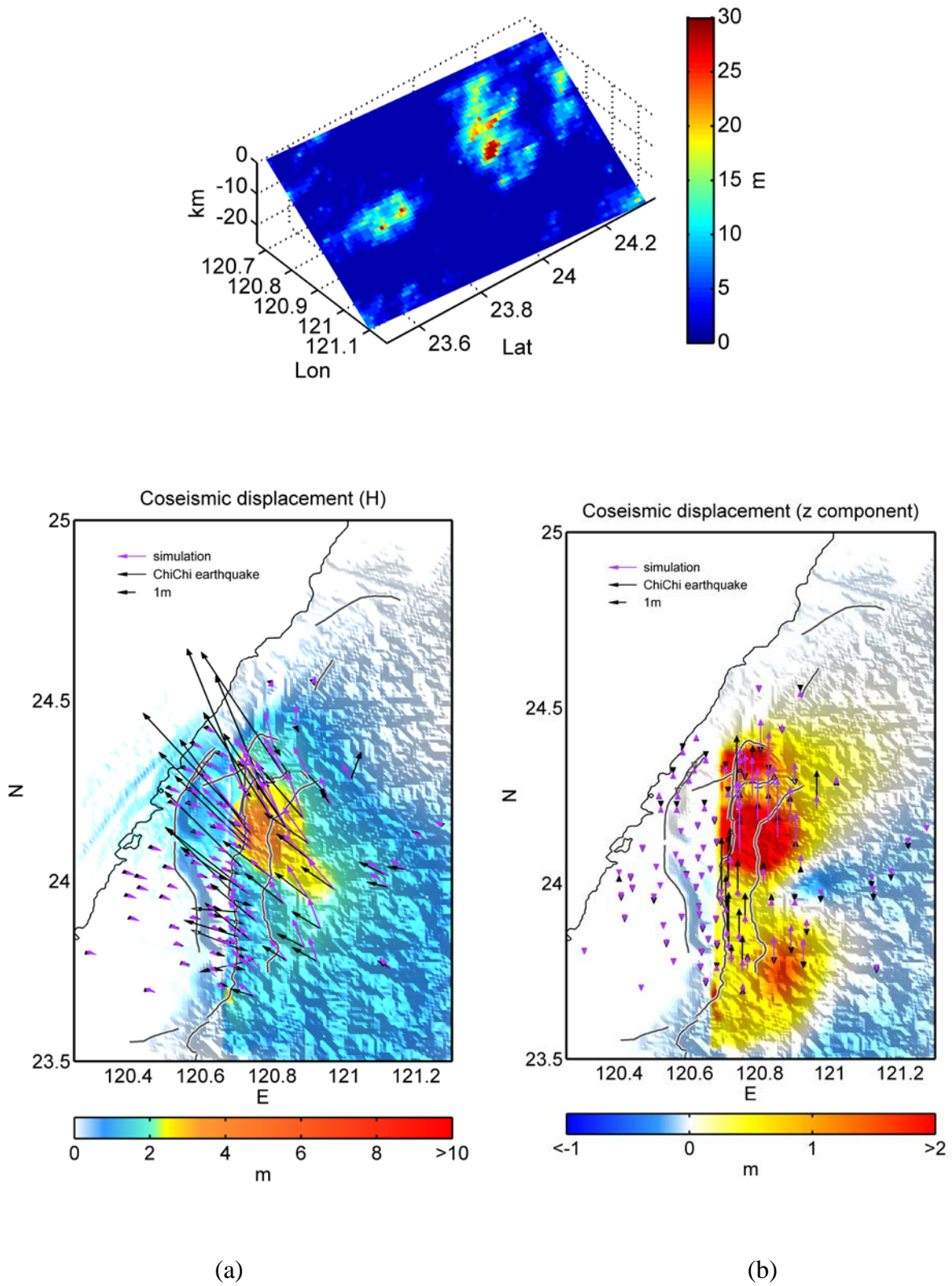


圖二十六、(a) 隨機分布模型，(b) 頻率域符合波數二次方遞減之模型，以及(c) 隨機模型且符合滑移量尺度分布之震源模型。

(三) 隨機模型之數值模擬分析

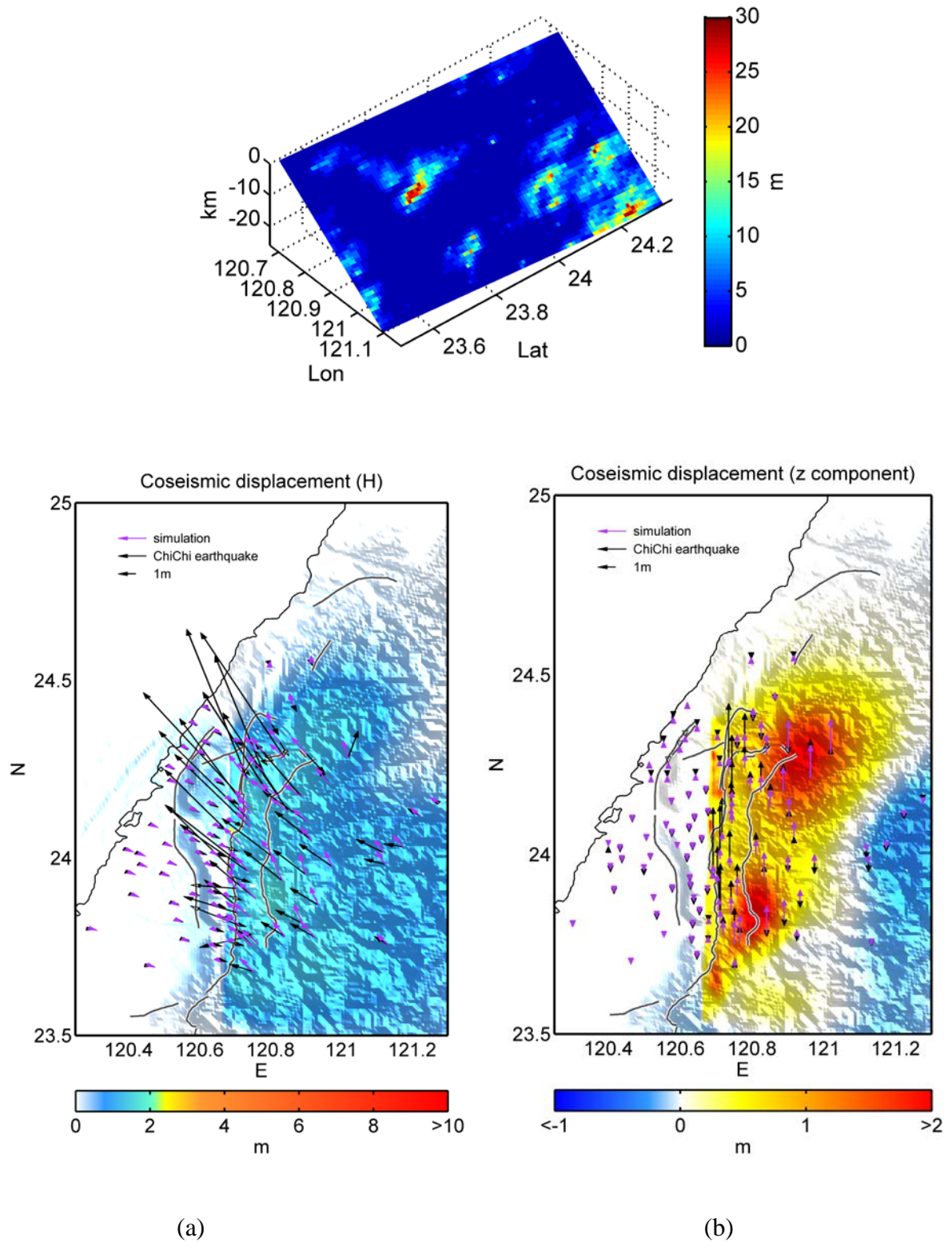
本研究利用上述方法(隨機模型建立),建立十一組隨機斷層面模型(圖二十七~圖三十七),此十一組模型均符合滑移量與所對應面積之尺度關係($\log R_s = -0.69R_d + 0.09$),我們利用彈性錯位理論算出其可能引致地表變形量(圖二十七~圖三十七),研究結果指出,以集集斷層幾何面所引致的地表變形量主要落在 2~10 公尺之間,此外隨著錯動量分布的不同,其所引致的地表變形量變化也隨之改變,當斷層面主要滑移量在淺部時,有較大的地表變形,如第三組案例,而當主要滑移量在深部時,其地表變形量相對小很多如第二組案例。圖三十八比較十一組隨機滑移模型與 Ma et al. (2001)震源模型引致地表變形之差異量總值,其最大差異量可高達 100 公尺以上,此結果表示,斷層面向的滑移分布,對地表變形影響最大。

第一組



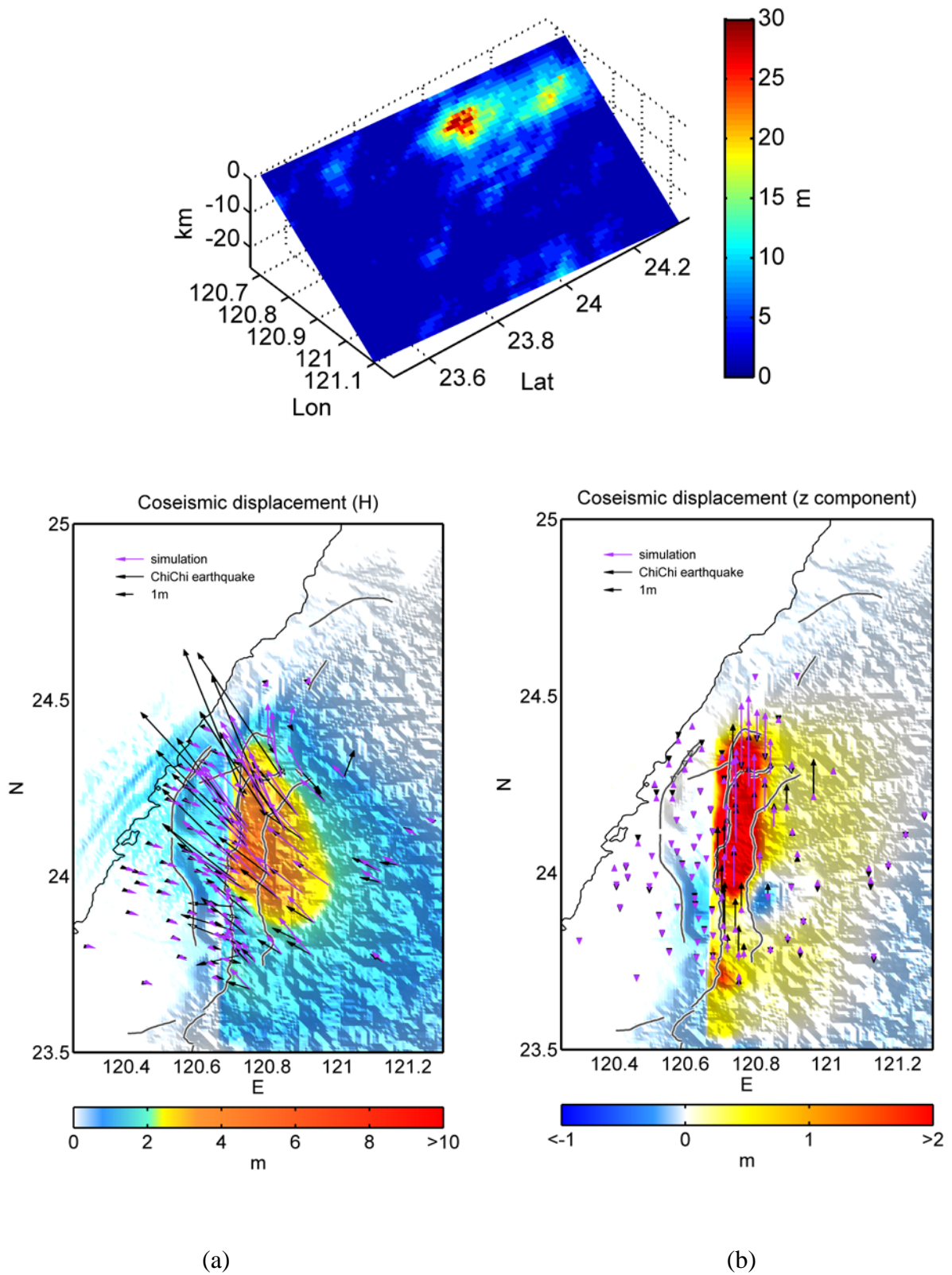
圖二十七、第一組隨機模型且符合滑移量尺度分布之震源模型，經過彈性錯位理論算出的地表變形。(a) 水平向，(b) 垂直向。

第二組



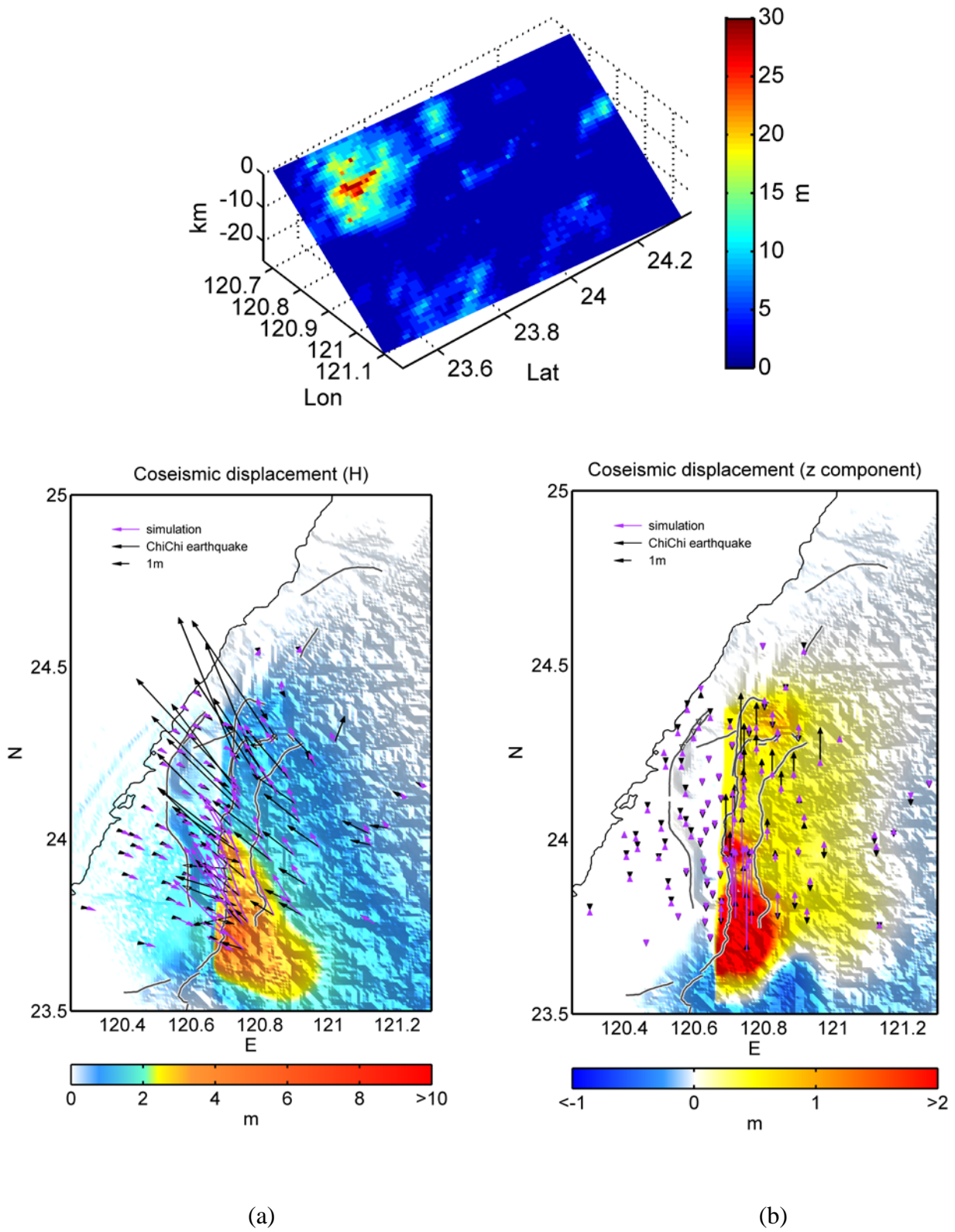
圖二十八、第二組隨機模型且符合滑移量尺度分布之震源模型，經過彈性錯位理論算出的地表變形。(a) 水平向，(b) 垂直向。

第三組



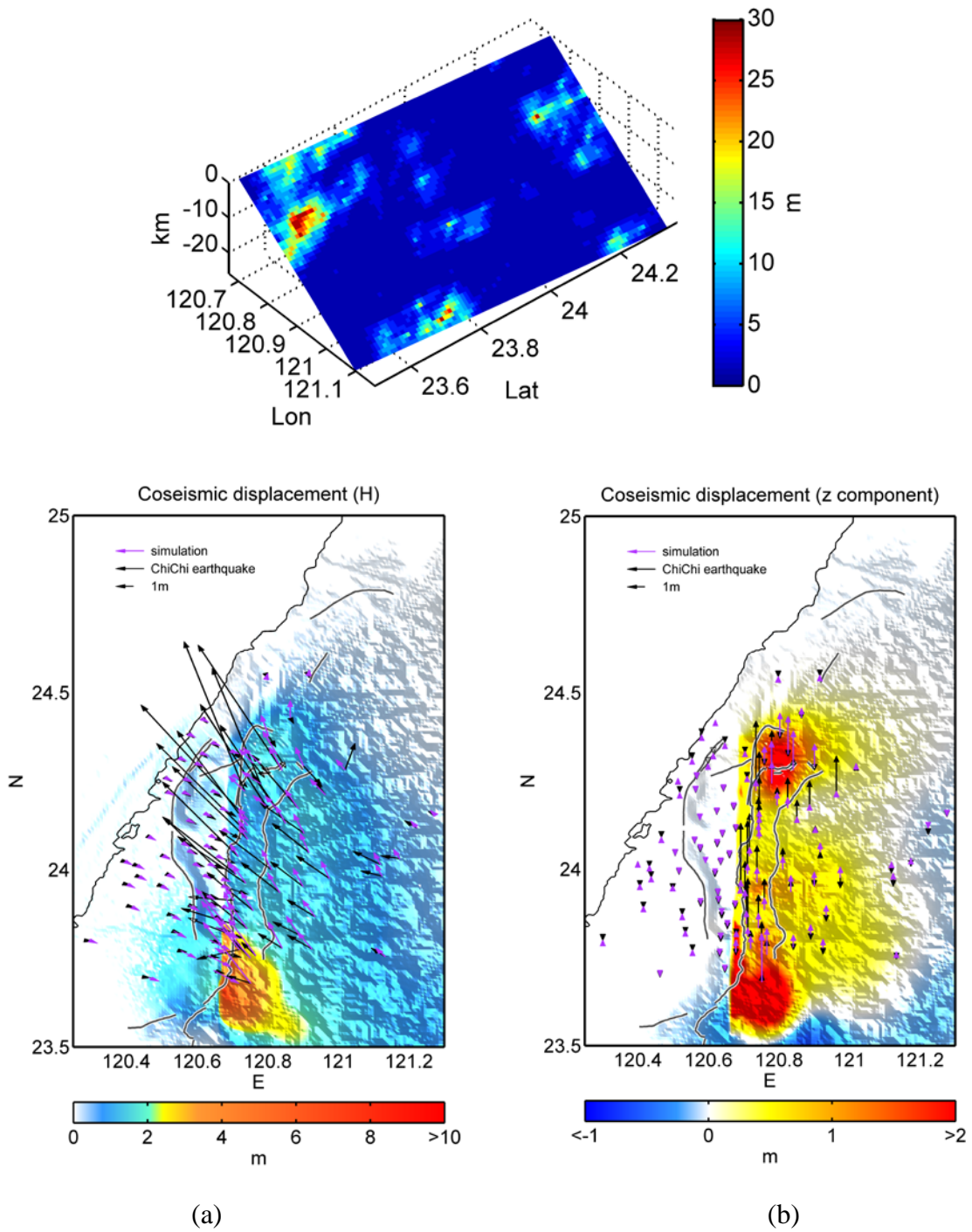
圖二十九、第三組隨機模型且符合滑移量尺度分布之震源模型，經過彈性錯位理論算出的地表變形。(a) 水平向，(b) 垂直向。

第四組



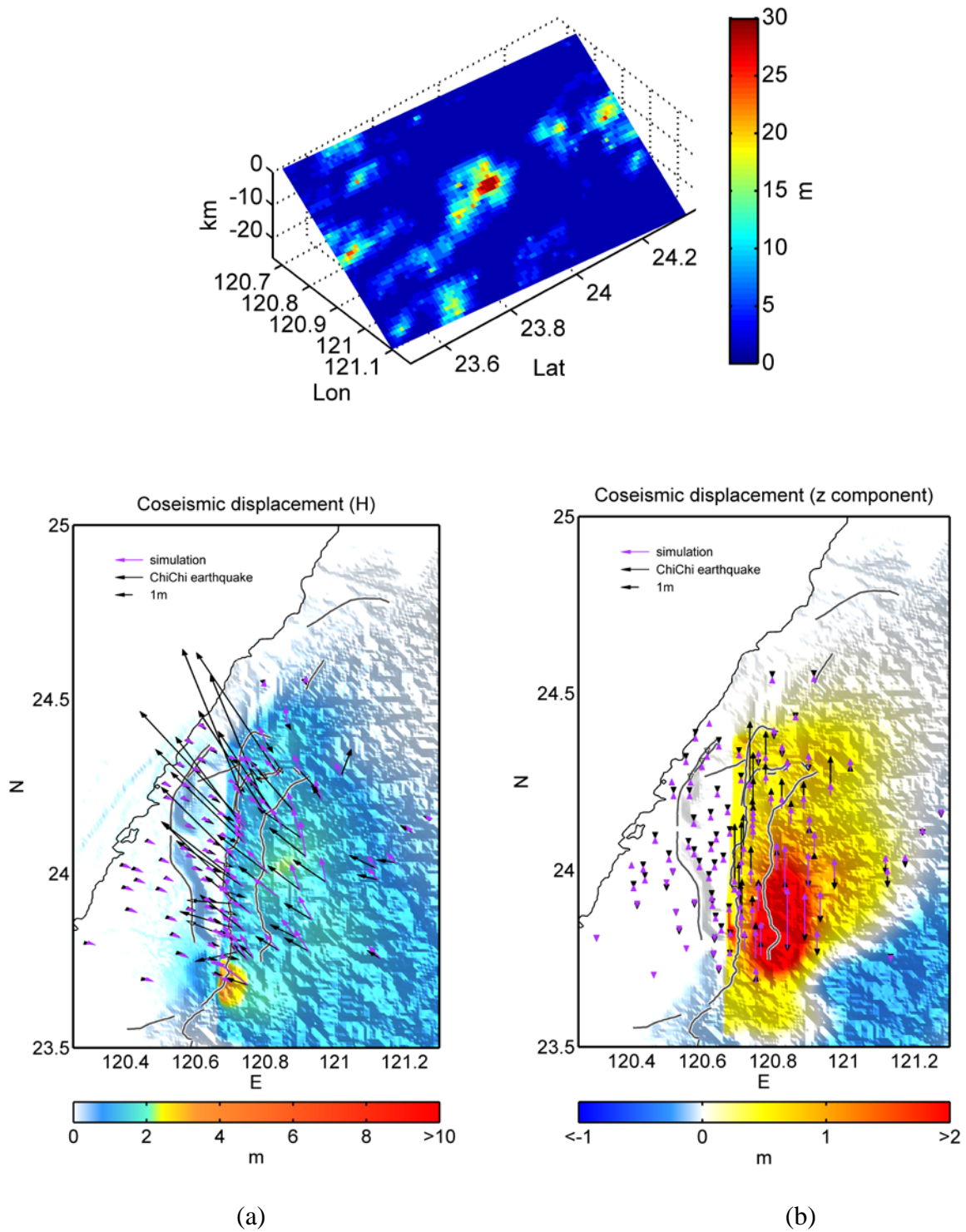
圖三十、第四組隨機模型且符合滑移量尺度分布之震源模型，經過彈性錯位理論算出的地表變形。(a) 水平向，(b) 垂直向。

第五組



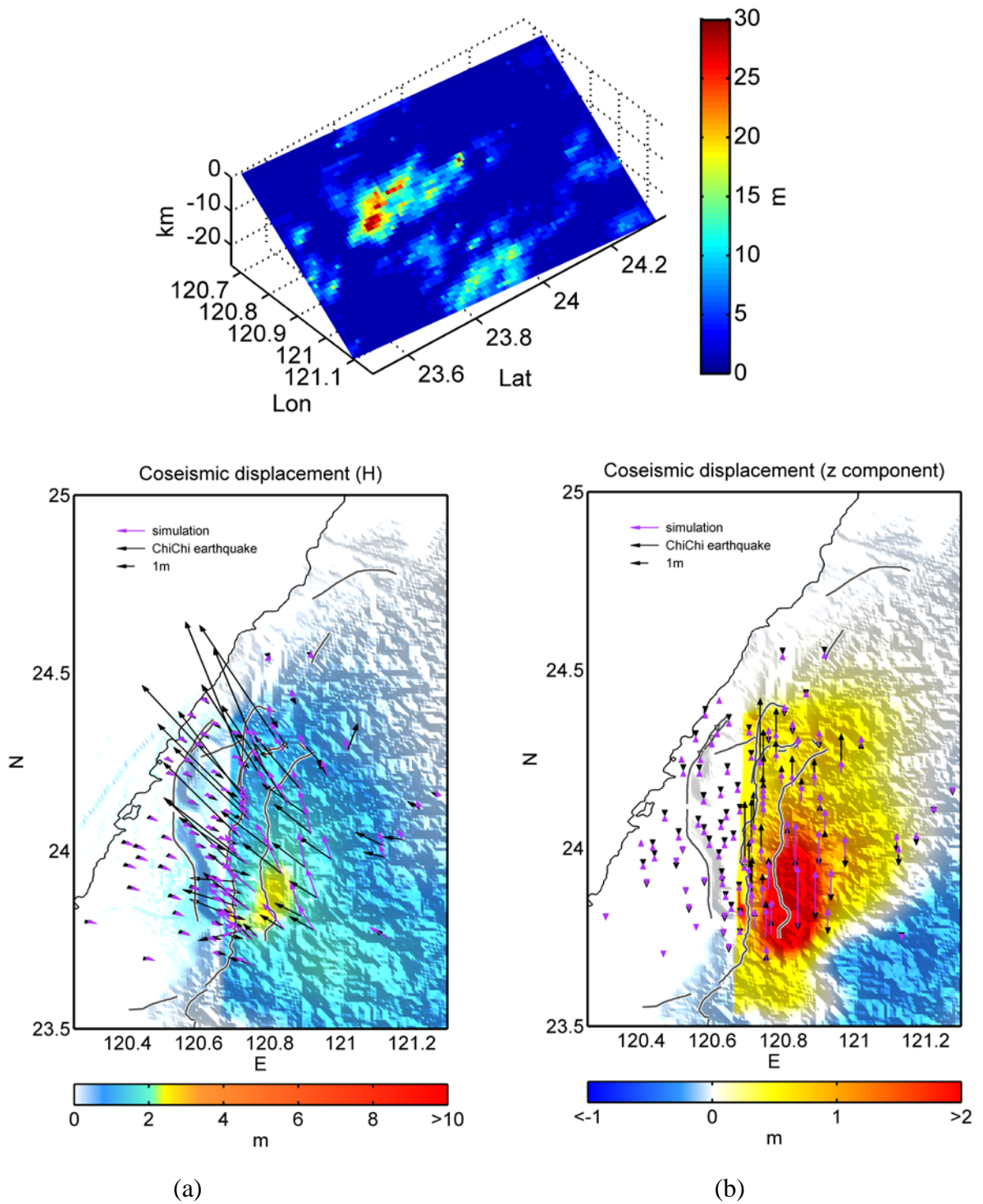
圖三十一、第五組隨機模型且符合滑移量尺度分布之震源模型，經過彈性錯位理論算出的地表變形。(a) 水平向，(b) 垂直向。

第六組



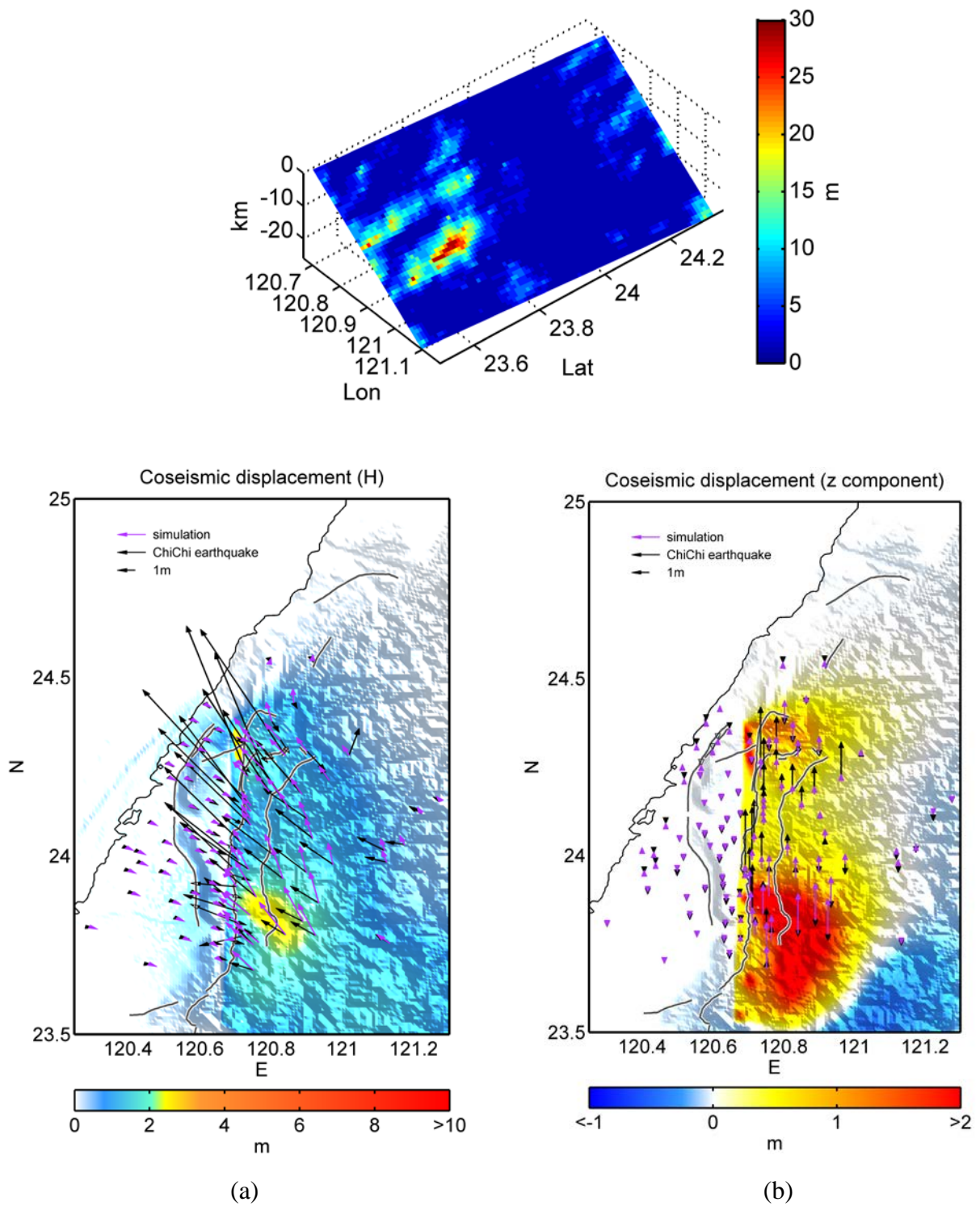
圖三十二、第六組隨機模型且符合滑移量尺度分布之震源模型，經過彈性錯位理論算出的地表變形。(a) 水平向，(b) 垂直向。

第七組



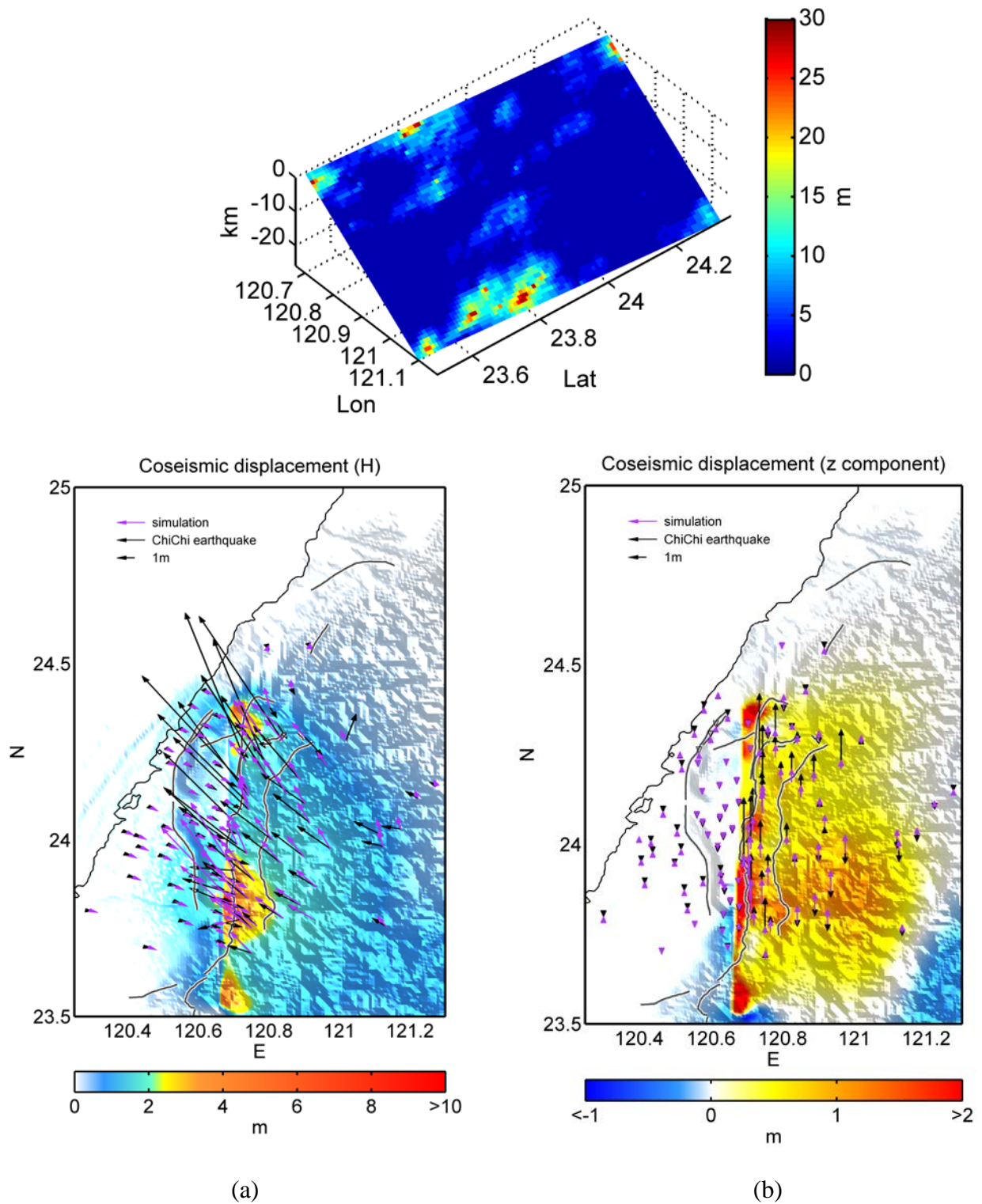
圖三十三、第七組隨機模型且符合滑移量尺度分布之震源模型，經過彈性錯位理論算出的地表變形。(a) 水平向，(b) 垂直向。

第八組



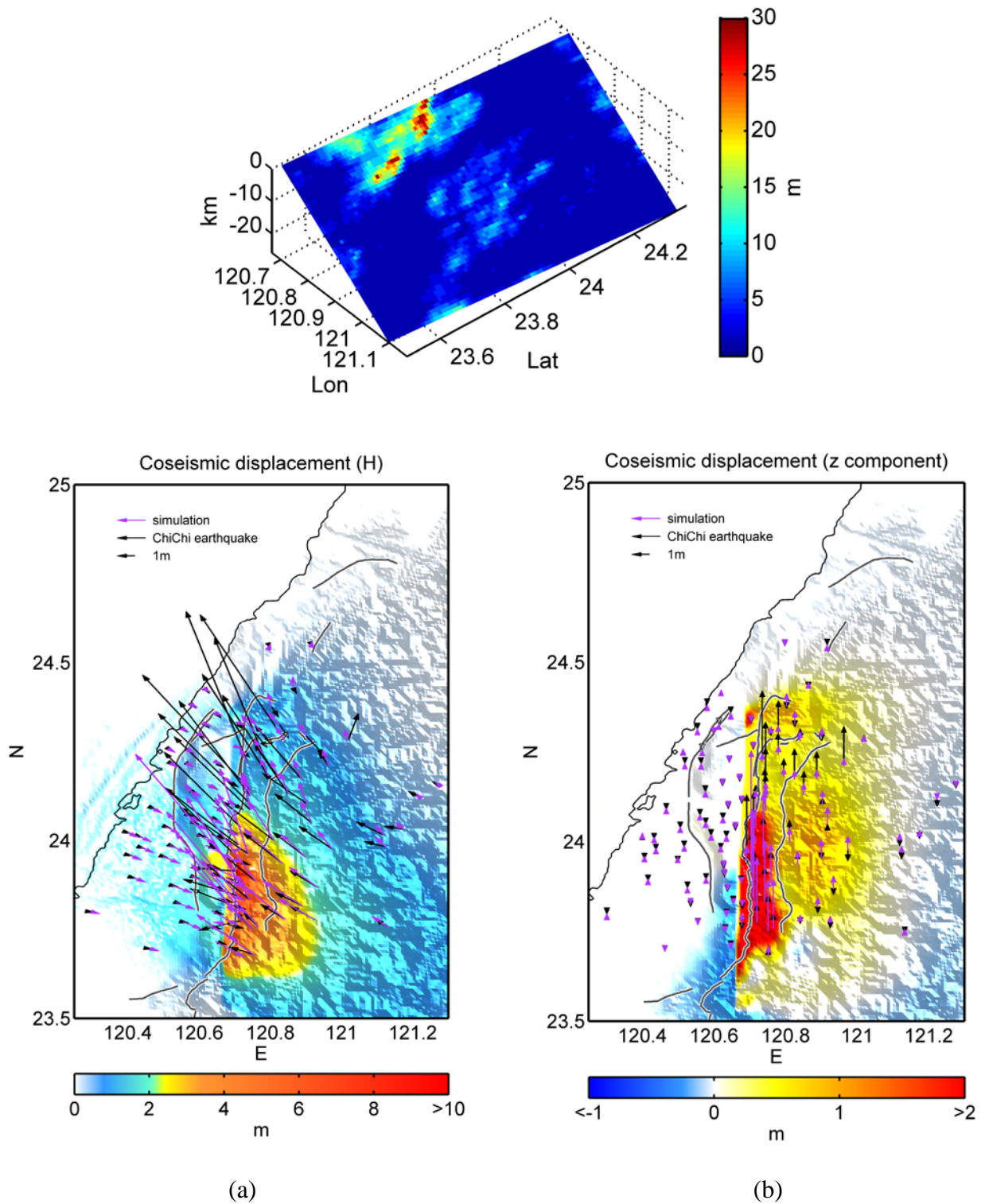
圖三十四、第八組隨機模型且符合滑移量尺度分布之震源模型，經過彈性錯位理論算出的地表變形。(a) 水平向，(b) 垂直向。

第九組



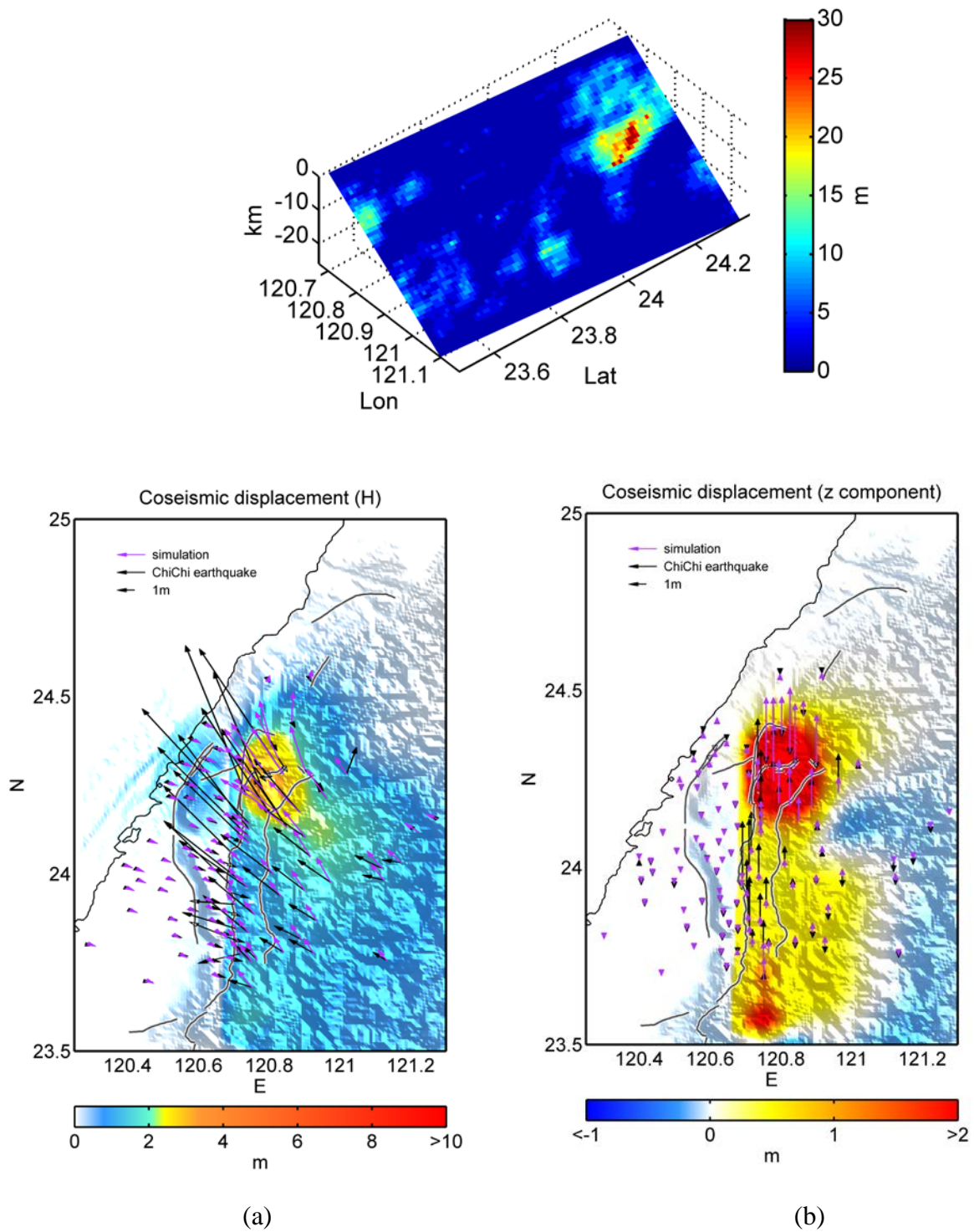
圖三十五、第九組隨機模型且符合滑移量尺度分布之震源模型，經過彈性錯位理論算出的地表變形。(a) 水平向，(b) 垂直向。

第十組

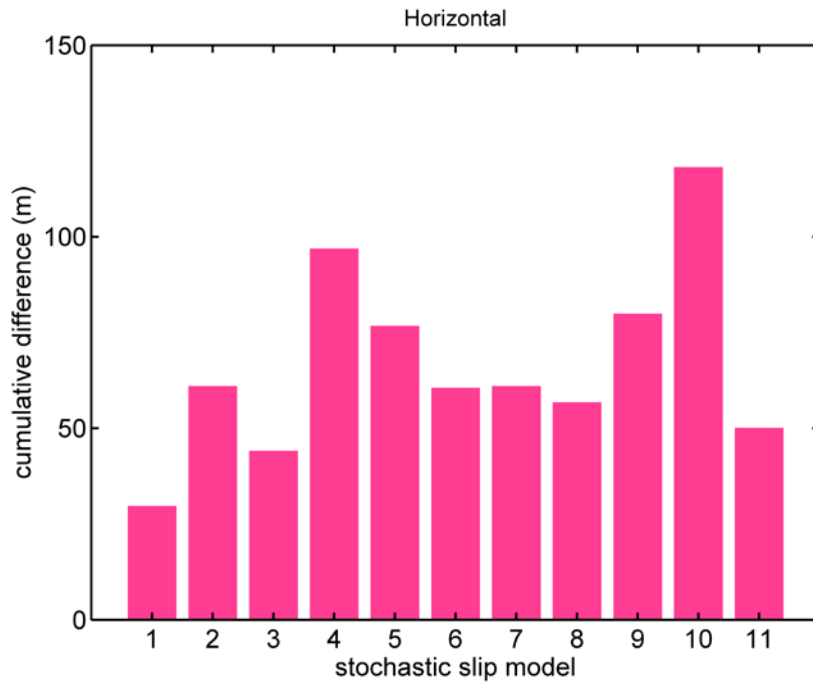


圖三十六、第十組隨機模型且符合滑移量尺度分布之震源模型，經過彈性錯位理論算出的地表變形。(a) 水平向，(b) 垂直向。

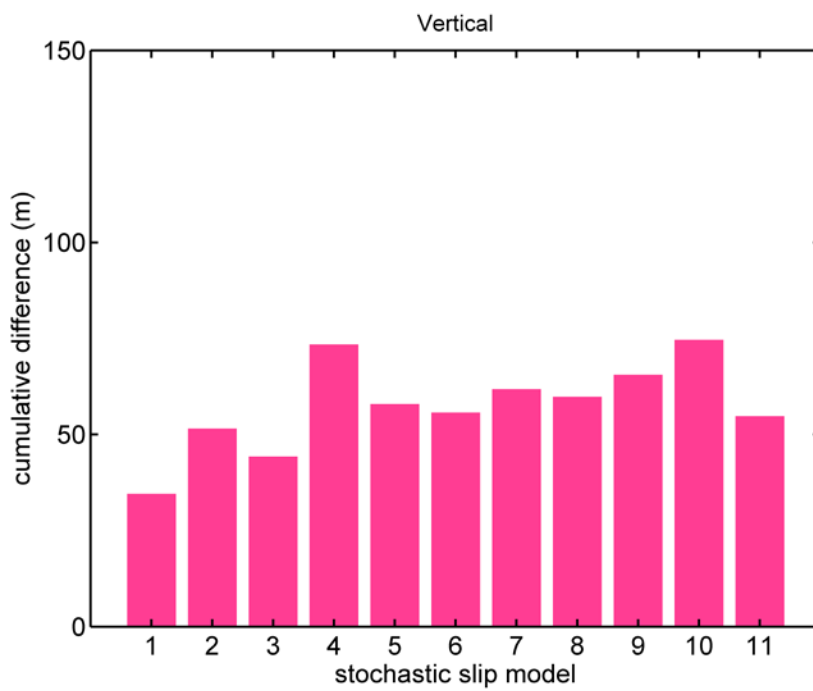
第十一組



圖三十七、第十一組隨機模型且符合滑移量尺度分布之震源模型，經過彈性錯位理論算出的地表變形。(a) 水平向，(b) 垂直向。



(a)

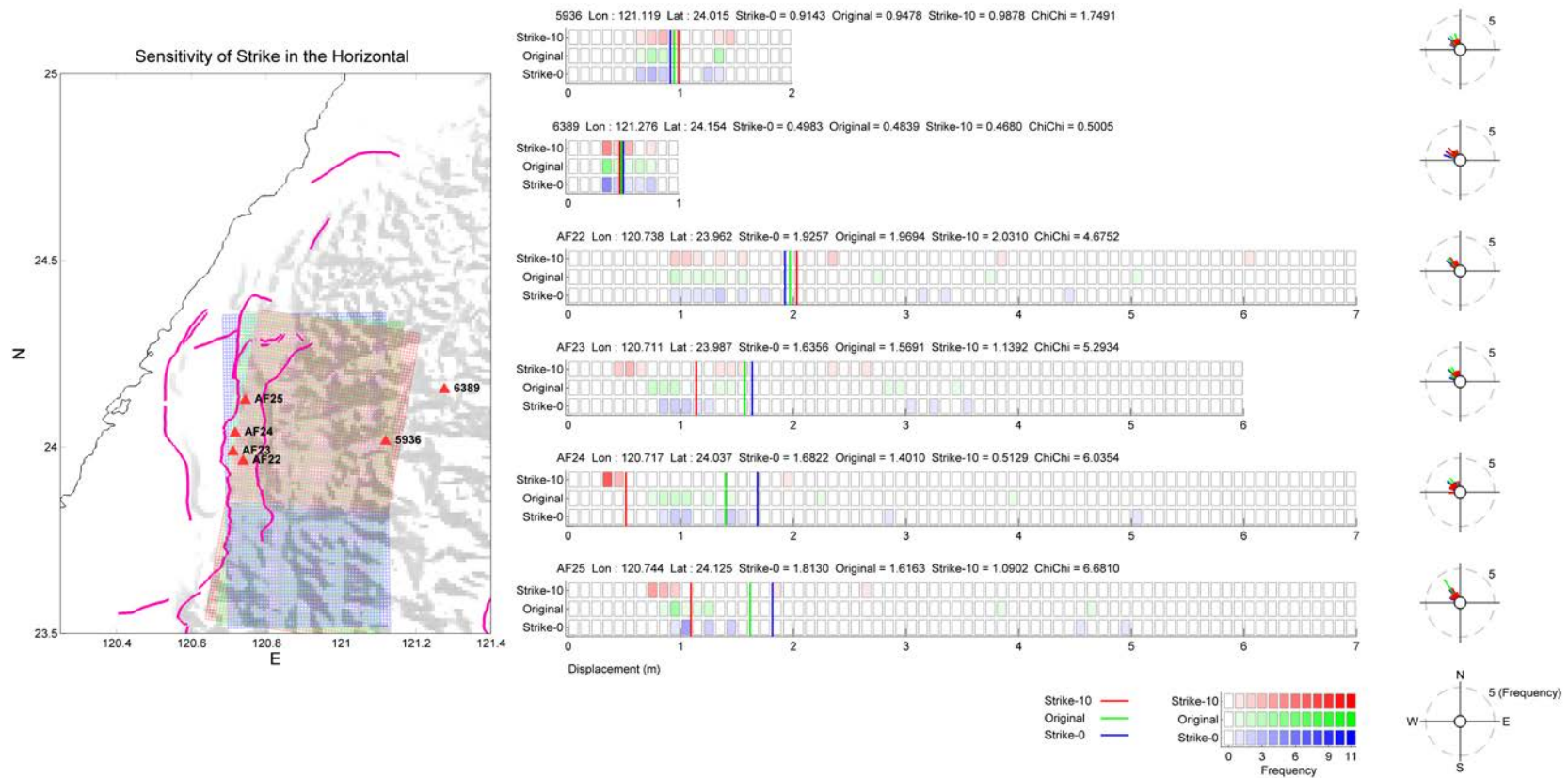


(b)

圖三十八、比較十一組隨機滑移模型與 Ma et al. (2001)震源模型引致地表變形之差異量總值。

(四) 隨機模型之敏感性分析

本研究同樣針對震源參數 strike、dip、rake，考慮隨機模型在各參數加減 5 度的變化量下，經過彈性錯位理論算出的水平向地表變形量分布圖。內文以 GPS 測站 AF22、AF23、AF24、AF25、6389、5936 位置為例，圖三十九為改變震源參數 strike 角度震源模型(圖三十九 a)各測站地表變形量之分布圖(圖三十九 b)及各測站地表變形方位之玫瑰圖(圖三十九 c)。圖四十為垂直向各測站地表變形量之分布圖。結果顯示，隨機模型所記錄的滑移量均在 0~7 公尺之間，而大部分測站位置其滑移量約為 0~2 公尺左右。圖四十一，圖四十二分別為改變震源參數 dip 角度，經過彈性錯位理論算出的水平向及垂直向之地表變形量分布圖。結果顯示各測站位置其滑移量同樣均在 0~7 公尺之間，而大部分測站位置其滑移量約為 0~2 公尺左右。然而，平均值在不同的 dip 角度下變化，其對於地表變形量的敏感度相對於 strike 參數較大。圖四十三，圖四十四分別為改變震源參數 rake 角度，經過彈性錯位理論算出的水平向及垂直向之地表變形量分布圖。結果顯示平均值在不同的 rake 角度下變化，其對於地表變形量的敏感度比上述兩個參數較小，平均值差異均在正負 0.5 公尺以內。因此，本研究敏感性分析結果指出，在考慮震源參數變化量 5 度的條件之下，大部分測站位置其滑移量約為 0~2 公尺左右，對於此六個測站(AF22、AF23、AF24、AF25、6389、5936)位置，dip 角度變化影響最大，strike 角度影響次之，而 rake 角度變化影響最小。其餘測站分析結果表示於附錄中。

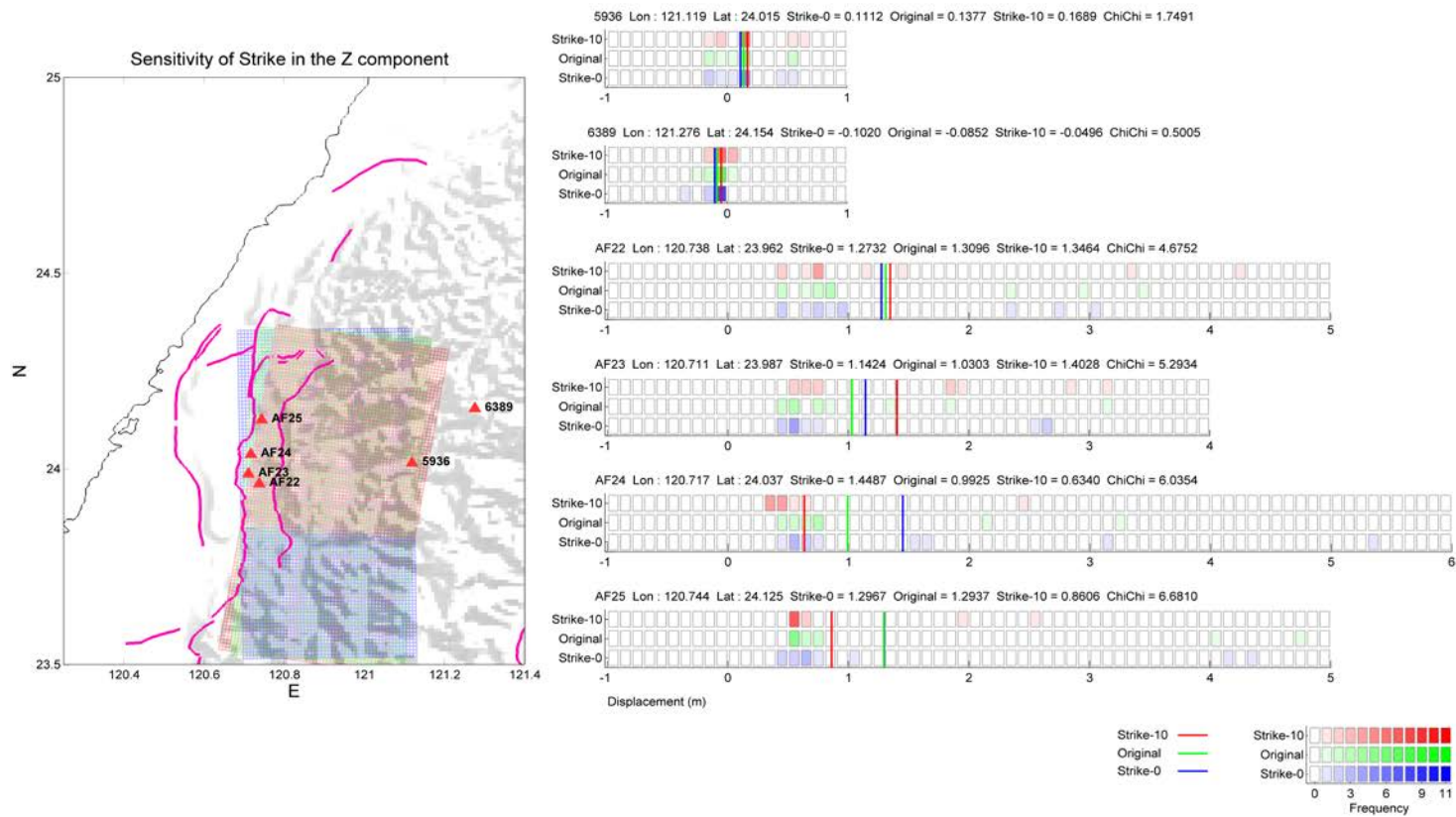


(a)

(b)

(c)

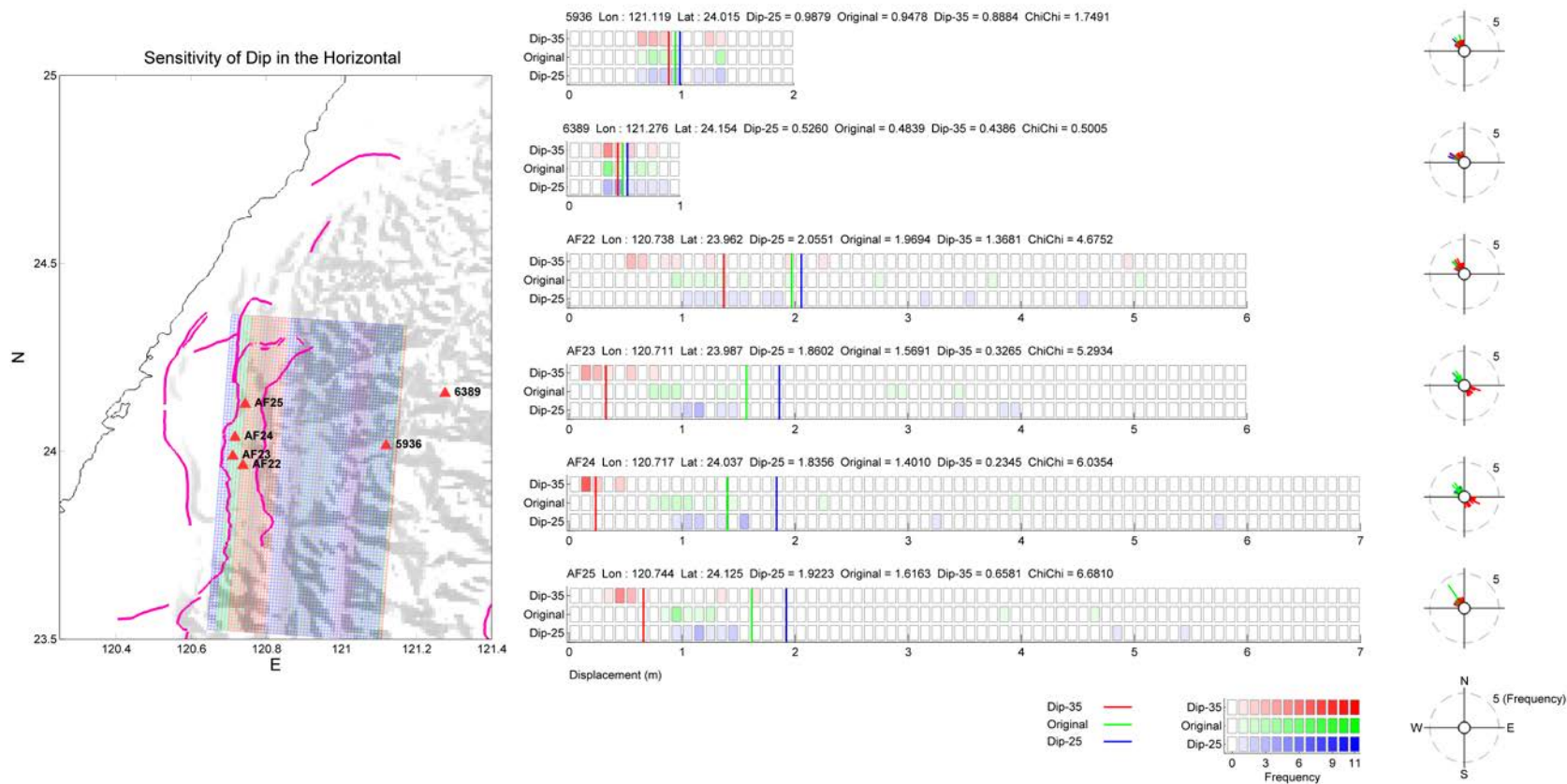
圖三十九、隨機模型改變震源參數 strike 角度，經過彈性錯位理論算出的水平向地表變形量分布圖(a)strike 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(AF22、AF23、AF24、AF25、6389、5936)位置 (b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值 (c)十一組隨機模型對紅色三角形測站地表變形水平方位角發生率之玫瑰圖。



(a)

(b)

圖四十、隨機模型改變震源參數 strike 角度，經過彈性錯位理論算出的水平向地表變形量分布圖(a)strike 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(AF22、AF23、AF24、AF25、6389、5936)位置 (b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值。

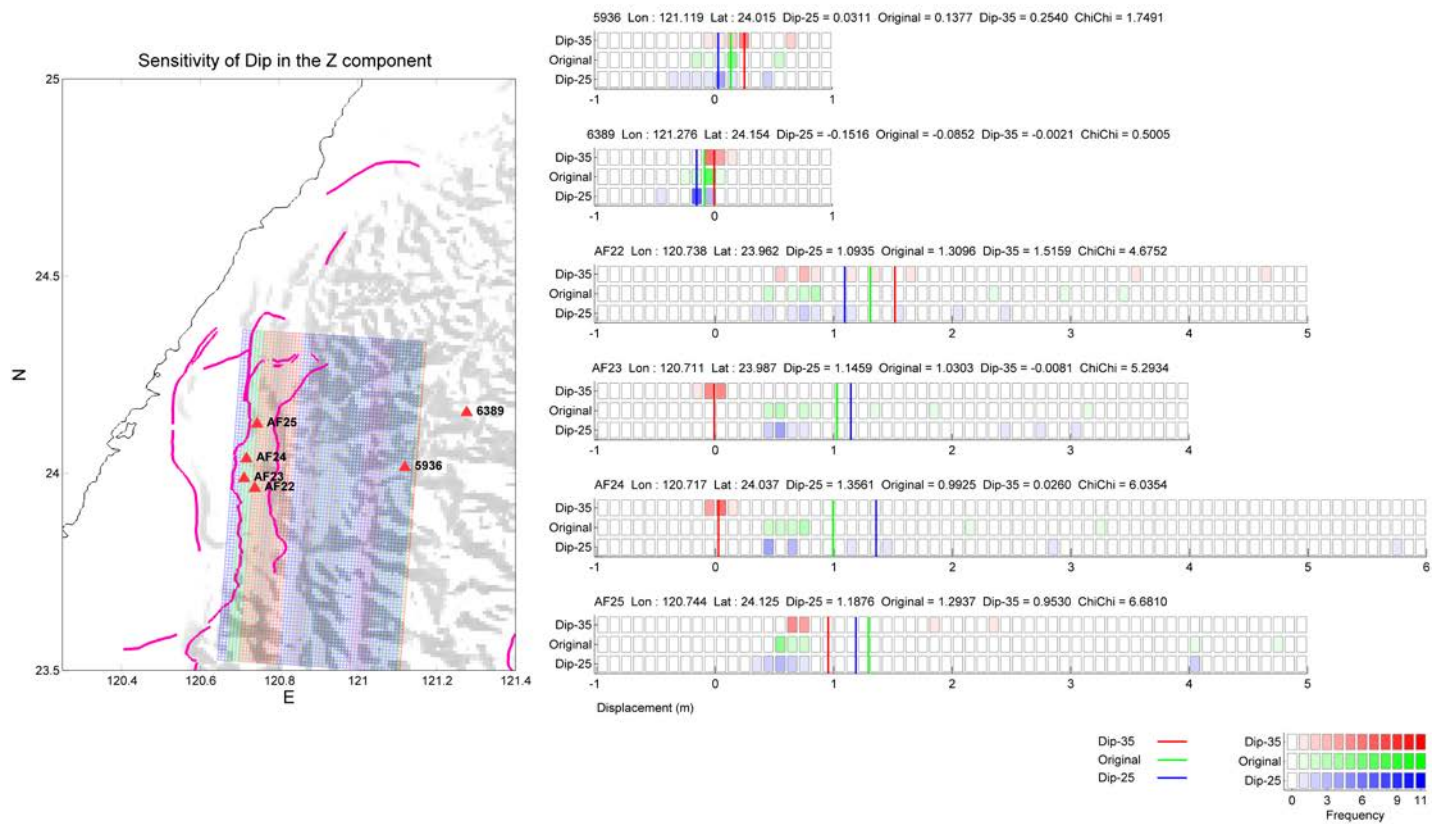


(a)

(b)

(c)

圖四十一、隨機模型改變震源參數 dip 角度，經過彈性錯位理論算出的水平向地表變形量分布圖(a)dip 為 25 度 30 度及 35 度之震源模型，紅色三角形為測站(AF22、AF23、AF24、AF25、6389、5936)位置 (b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值 (c)十一組隨機模型對紅色三角形測站地表變形水平方位角發生率之玫瑰圖。

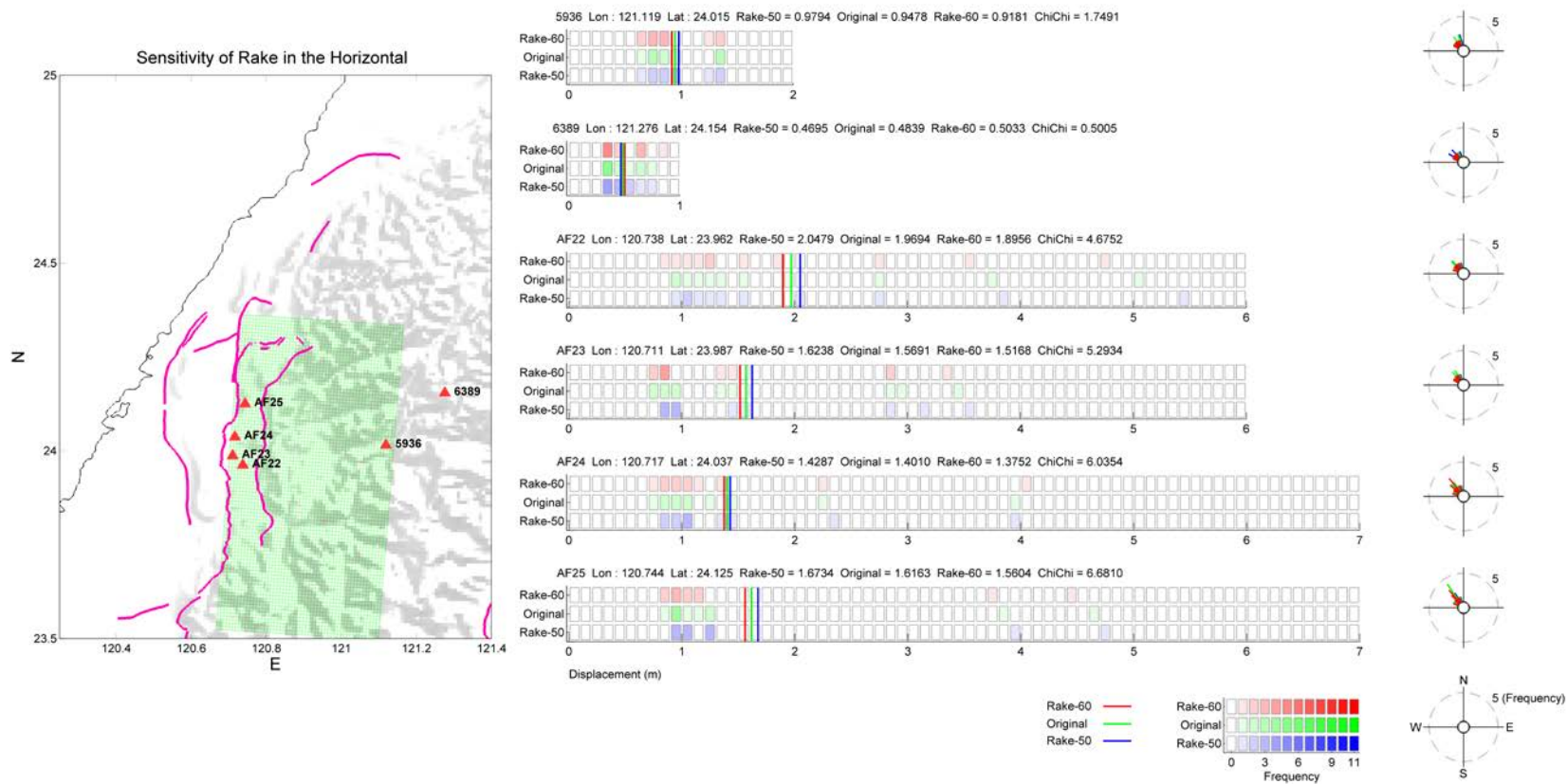


(a)

(b)

(c)

圖四十二、隨機模型改變震源參數 dip 角度，經過彈性錯位理論算出的垂直向地表變形量分布圖(a)dip 為 25 度 30 度及 35 度之震源模型，紅色三角形為測站(AF22、AF23、AF24、AF25、6389、5936)位置 (b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值。

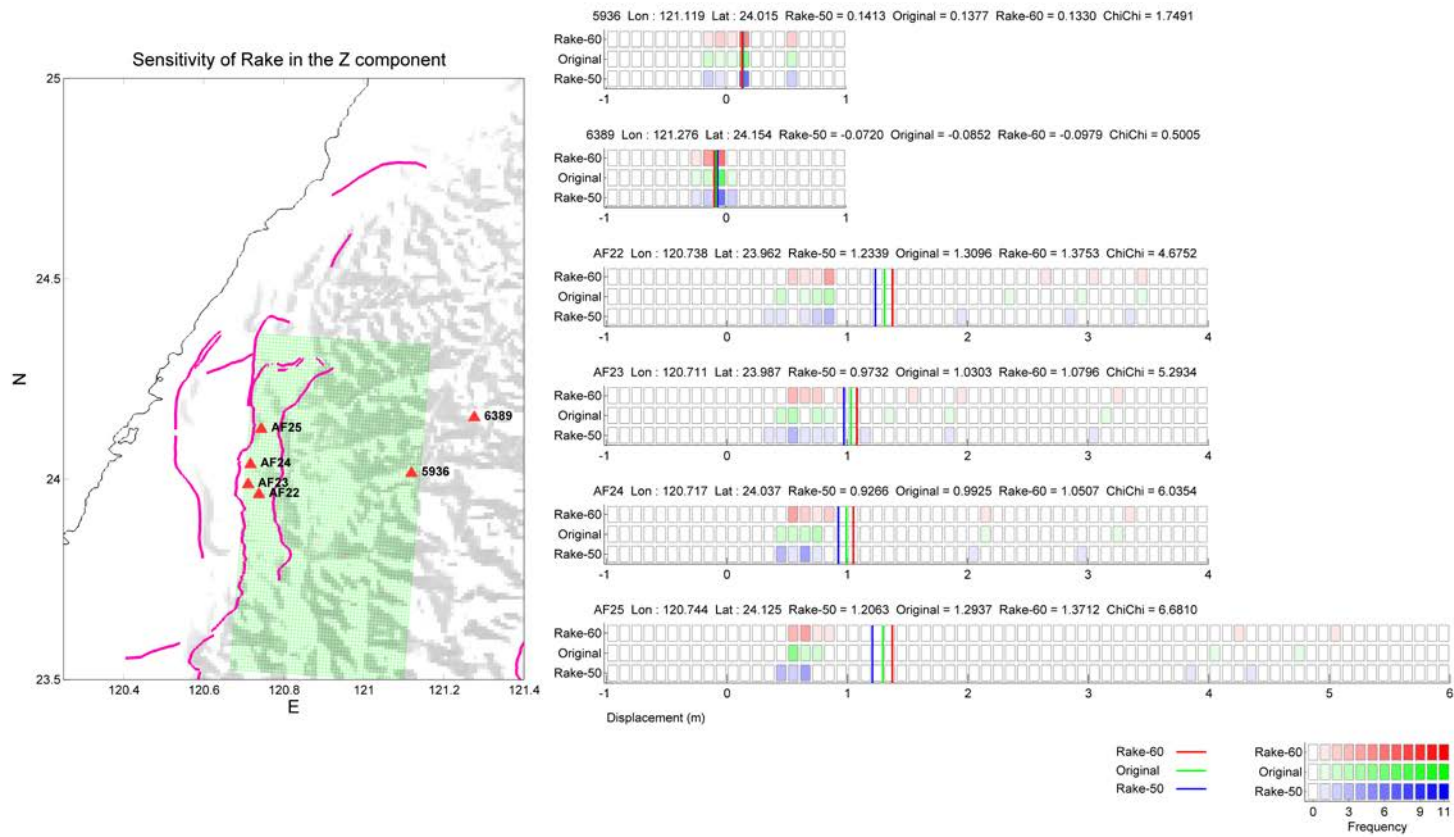


(a)

(b)

(c)

圖四十三、隨機模型改變震源參數 rake 角度，經過彈性錯位理論算出的水平向地表變形量分布圖(a)dip 為 50 度 55 度及 60 度之震源模型，紅色三角形為測站(AF22、AF23、AF24、AF25、6389、5936)位置 (b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值 (c) 十一組隨機模型對紅色三角形測站地表變形水平方位角發生率之玫瑰圖。



(a)

(b)

(c)

圖四十四、隨機模型改變震源參數 rake 角度，經過彈性錯位理論算出的垂直向地表變形量分布圖(a)dip 為 50 度 55 度及 60 度之震源模型，紅色三角形為測站(AF22、AF23、AF24、AF25、6389、5936)位置 (b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值。

參、 主要發現與結論

1985 年 Okada 所發表的彈性半空間錯位模型為最廣泛用來計算斷層破裂所產生之變形量的工具，我們將利用該工具以集集地震為案例進行各種震源模型模擬分析其可能之變形量。將模擬結果與 GPS 的資料做比較，驗證數值模擬結果與真實記錄的一致性，本研究結果表示除了少數資料點 GPS 略大於模型模擬結果之外，大致變形量與前人研究(Yu et al. 2001, 2003)所發表集集地震之 GPS 記錄之變形量一致。由於 Okada 所提出的彈性半空間錯位模型，假設地下為均勻材質，然而，真實世界的地質條件並非均勻，因此造成理論模型與真實記錄之間存在些許的差異。

敏感性分析，本研究提供不同的震源機制之震源模型進行模擬分析，研究各參數(Slip distribution, strike, dip, Rake)對地表變形的影響程度。本研究敏感性分析結果指出，斷層面滑移量的改變對地表變形量的影響最大。此外，以此集集斷層幾何面所引致的地表變形量主要落在 2~10 公尺之間。其他震源參數在考慮 5 度變化量的條件之下，大部分的位置其地表變形量的變異量為 1 公尺左右。在固定滑移量的前提之下，震源參數 strike、dip、rake，三種參數中 dip 會造成較大的差值，strike 的影響則取決於測站的位置，因斷層走向改變，導致近斷層測站於上下盤交替，造成極值出現；rake 的影響最小。

隨機模型分析，本研究提供十一組隨機模型，利用彈性錯位理論算出地表變形量分布圖，結果顯示各測站位置其滑移量同樣均在 0~7 公尺之間，而大部分測站位置其滑移量約為 0~2 公尺左右，此結果顯示斷層面滑移量的改變對地表變形量的影響最大。此外，我們同樣利用隨機模型針對震源參數 strike，dip，rake，考慮各參數加減 5 度的變化量下，計算其地表變形量。隨機模型敏感性分析結果指出，在考慮震源參數變化量 5 度的條件之下，同樣呈現 dip 角度變化影響最大，strike 影響了近斷層測站，可能造成上下盤交替，造成極值出現，容易造成極值

出現；rake 的影響最小。滑移量分布的改變對近斷層的測站其影響地表變形最大，而當距離斷層超過 30 公里以上的測站，其對地表變形的敏感度低。由本研究結果得知，在未來分析地表變形所考慮的震源參數模型，其斷層面滑移分布及 strike、dip 參數均為重要的影響因子，須更重視其準確度。

肆、 参考文献

- Geist, E. L. (2002). Complex earthquake rupture and local tsunamis. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 107(B5).
- Ide, S., and H. Aochi, 2005: Earthquakes as multiscale dynamic rupture with heterogeneous fracture surface energy. *J. Geophys. Res.*, **110**, B11303, doi:10.1029/2004JB003591
- Ide, S., and H. Aochi, 2013: Historical seismicity and dynamic rupture process of the 2011 Tohoku-Oki earthquake. *Tectonophysics*, **600**, 1–13.
- Klinger, Y., 2010: Relation between continental strike-slip earthquake segmentation and thickness of the crust. *J. geophys. Res.*, **115**(B7), doi 10.1029/2009JB006550.
- Lee, Y. T, K. F. Ma, and Y. T. Yen, 2016. Self-similarity of Heterogeneous Slip Distribution on a Fault Surface. *Terr. Atmos. Ocean* **27**(2), 181-193
- Lee, Y. T., K. F. Ma, M. C. Hsieh, Y. T. Yen, and Y. S. Sun. (2016). Synthetic Ground-Motion Simulation Using a Spatial Stochastic Model with Slip Self-Similarity: Toward Near-Source Ground-Motion Validation. *Terr. Atmos. Ocean*, **27**(3). 397-405.
- Ma, K. F., Mori, J., Lee, S. J., and Yu, S. B. (2001). Spatial and temporal distribution of slip for the 1999 Chi-Chi, Taiwan, earthquake. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 91(5), 1069-1087.
- Melgar, D., Geng, J., Crowell, B. W., Haase, J. S., Bock, Y., Hammond, W. C., and Allen, R. M. Seismogeodesy of the 2014 Mw6. 1 Napa earthquake, California: Rapid response and modeling of fast rupture on a dipping strike - slip fault. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth* 120.7 (2015): 5013-5033.
- Manighetti, I., M. Campillo, C. Sammis, P. M. Mai, and G. King, 2005: Evidence for self - similar, triangular slip distributions on earthquakes: Implications for earthquake and fault mechanics. *J. geophys. Res.*, **110**(B05302), doi:10.1029/2004JB003174.
- Manighetti, I., M. Campillo, S. Bouley, and F. Cotton, 2007: Earthquake scaling, fault segmentation, and structural maturity. *Earth and Planetary Science Letters*, **253**(3), 429-438.
- Okada, Y. (1985). Surface deformation due to shear and tensile faults in a half-space. *Bulletin of the seismological society of America*, 75(4), 1135-1154.
- Wesnousky, S. G., 2008: Displacement and geometrical characteristics of earthquake surface ruptures: Issues and implications for seismic-hazard analysis and the

- process of earthquake rupture. *Bull. Seismol. Soc. Am.*, **98**(4), 1609-1632.
- Yen, Y. T., and K. F. Ma, 2011: Source-Scaling Relationship for M 4.6–8.9 Earthquakes, Specifically for Earthquakes in the Collision Zone of Taiwan. *Bull. Seismol. Soc. Am.*, **101**(2), 464-481
- Yu, S. B., et al., Preseismic deformation and coseismic displacements associated with the 1999 Chi-Chi, Taiwan, earthquake, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 91, 995–1012, 2001
- Yu, S. B., Hsu, Y. J., Kuo, L. C., Chen, H. Y., & Liu, C. C. (2003). GPS measurement of postseismic deformation following the 1999 Chi-Chi, Taiwan, earthquake. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 108(B11).

附錄 A

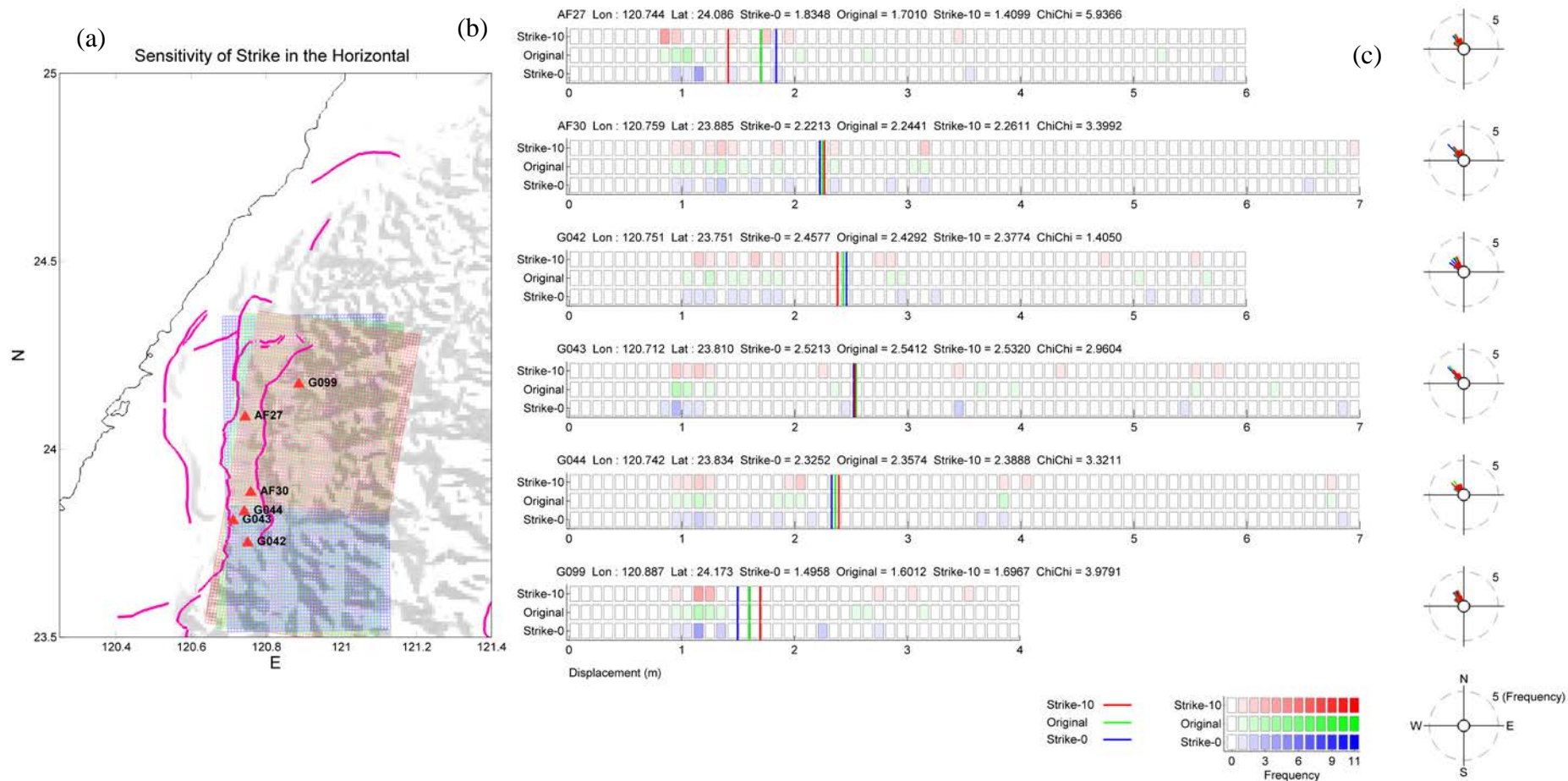


圖 A 1、隨機模型改變震源參數 strike 角度，經過彈性錯位理論算出的水平向地表變形量分布圖(a) strike 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(AF27、AF30、G042、G043、G044、G099)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值 (c)十一組隨機模型對紅色三角形測站地表變形水平方位角發生率之玫瑰圖。

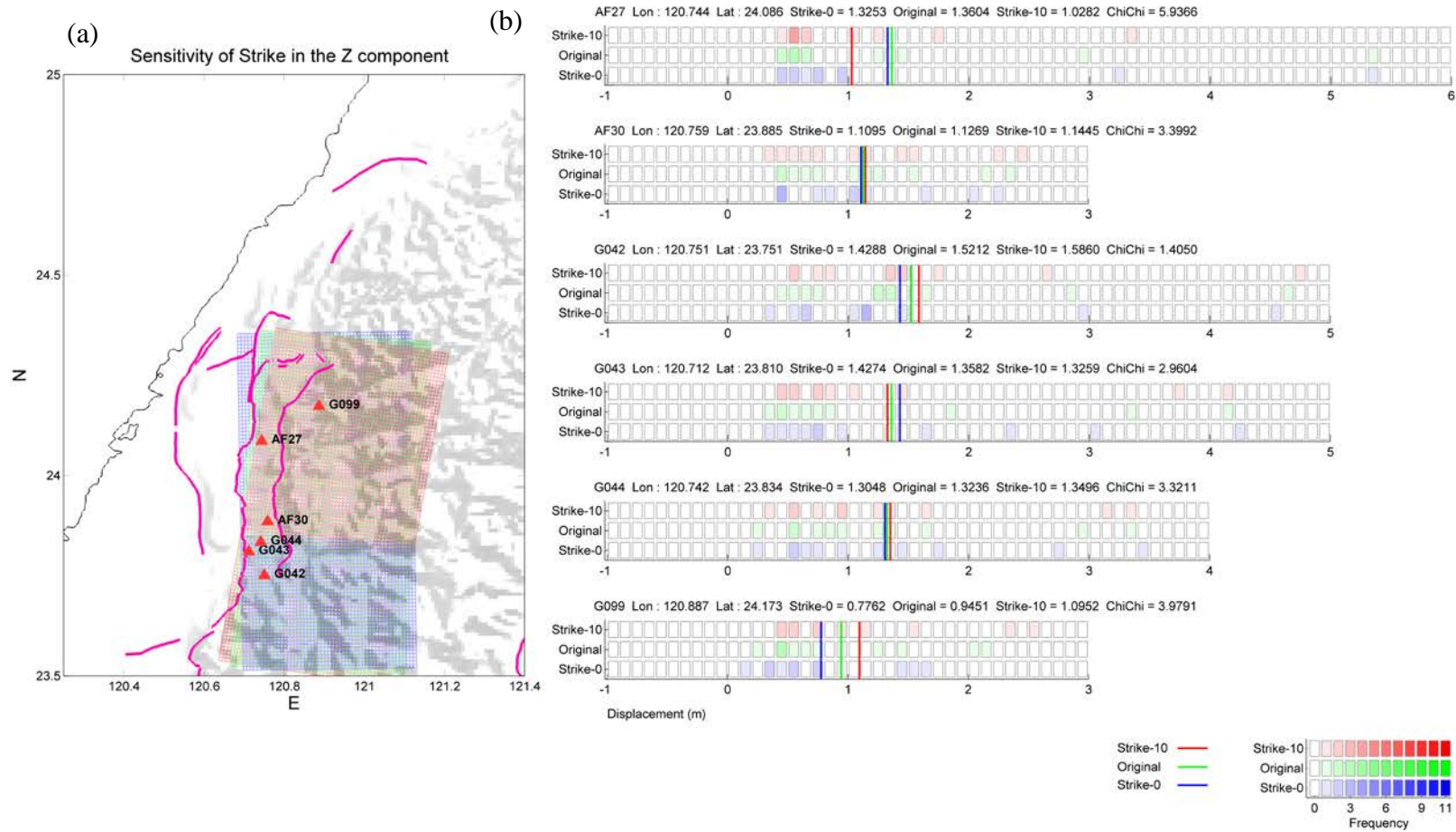


圖 A2、隨機模型改變震源參數 strike 角度，經過彈性錯位理論算出的垂直向變形量分布圖(a) strike 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(AF27、AF30、G042、G043、G044、G099)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值。

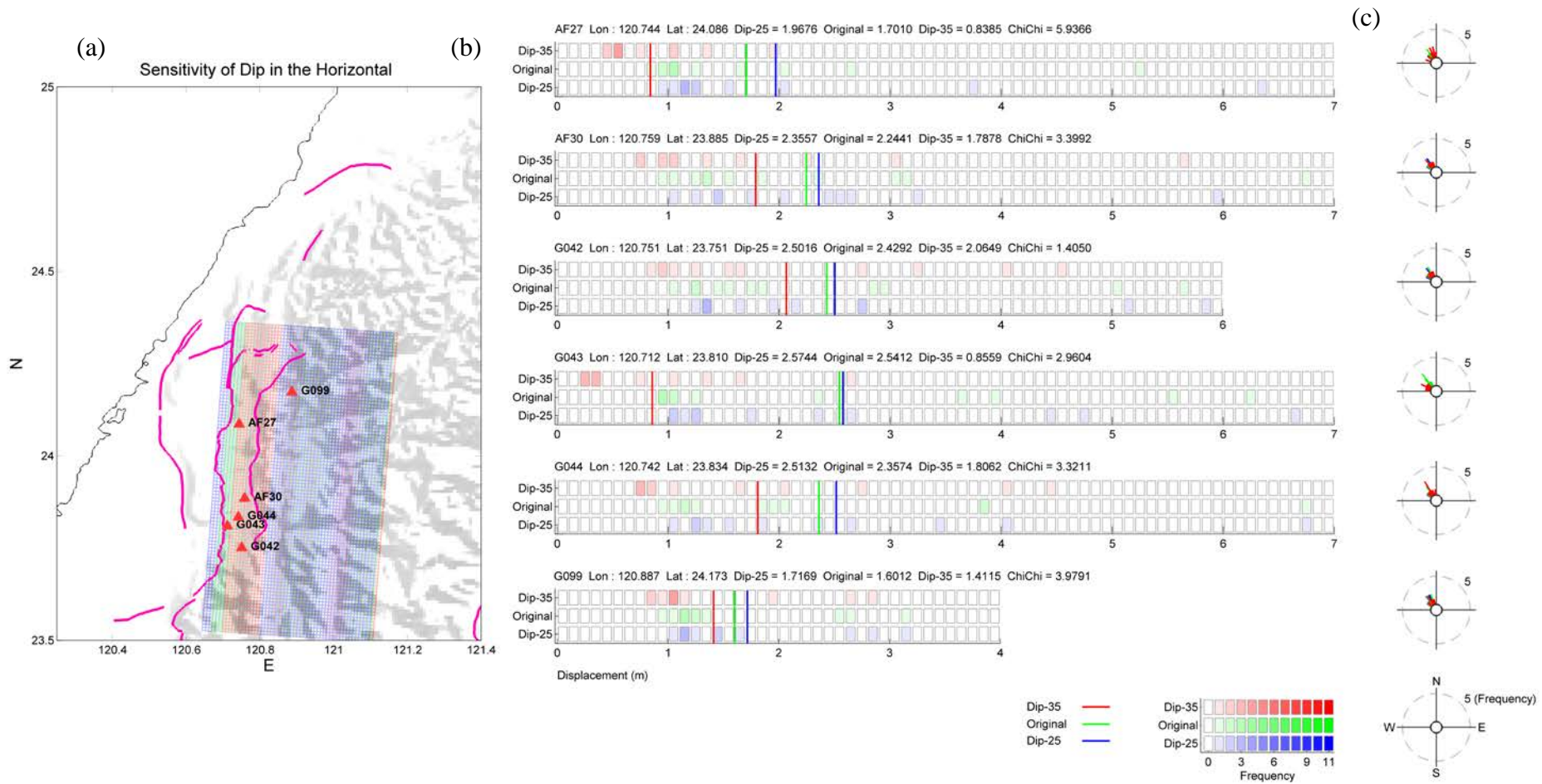


圖 A 3、隨機模型改變震源參數 dip 經過彈性錯位理論算出的水平向變形量分布圖(a) dip 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(AF27、AF30、G042、G043、G044、G099)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值 (c)十一組隨機模型對紅色三角形測站地表變形水平方位角發生率之玫瑰圖。

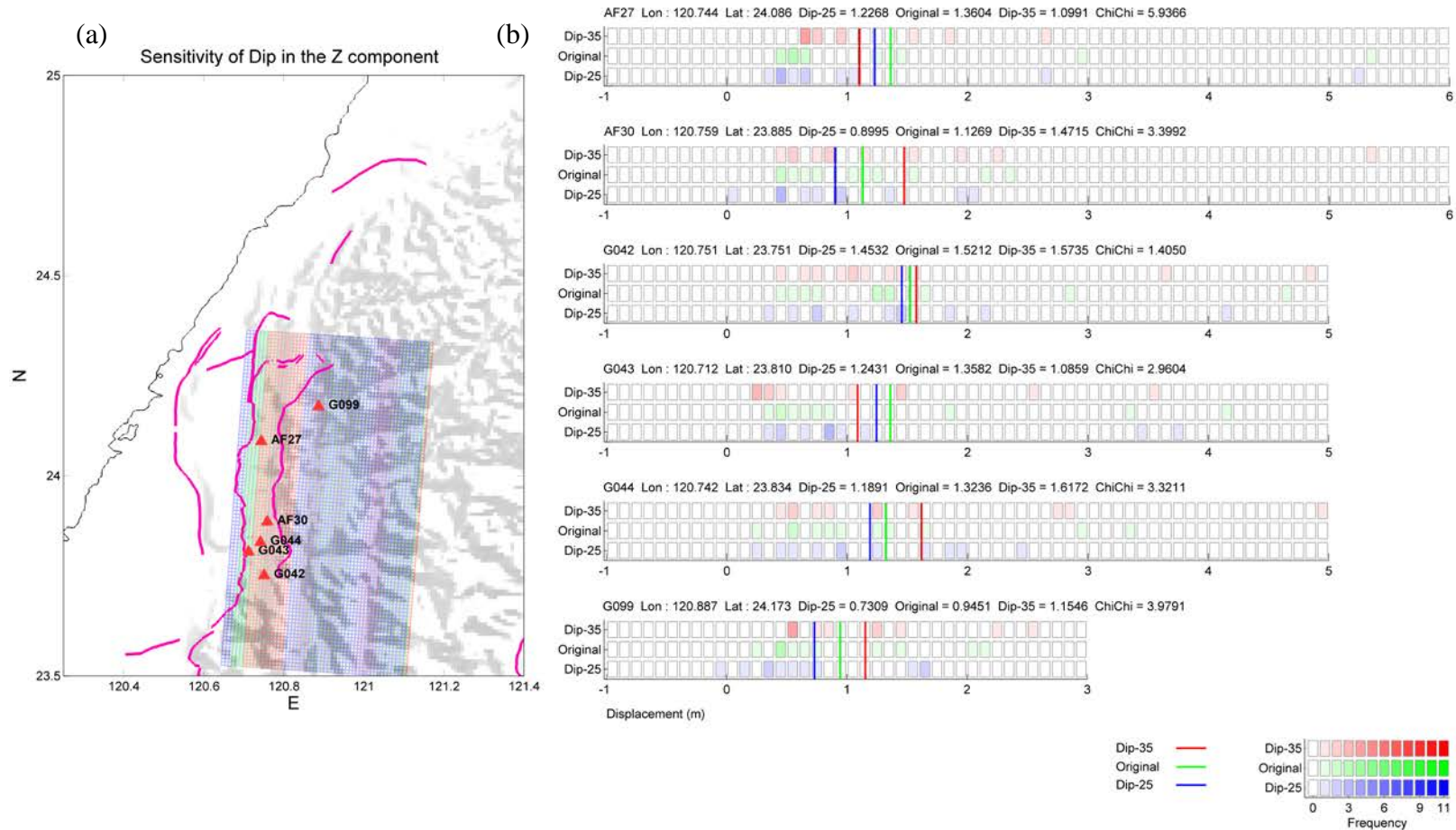


圖 A 4、隨機模型改變震源參數 dip 經過彈性錯位理論算出的垂直向變形量分布圖(a) dip 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(AF27、AF30、G042、G043、G044、G099)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值。

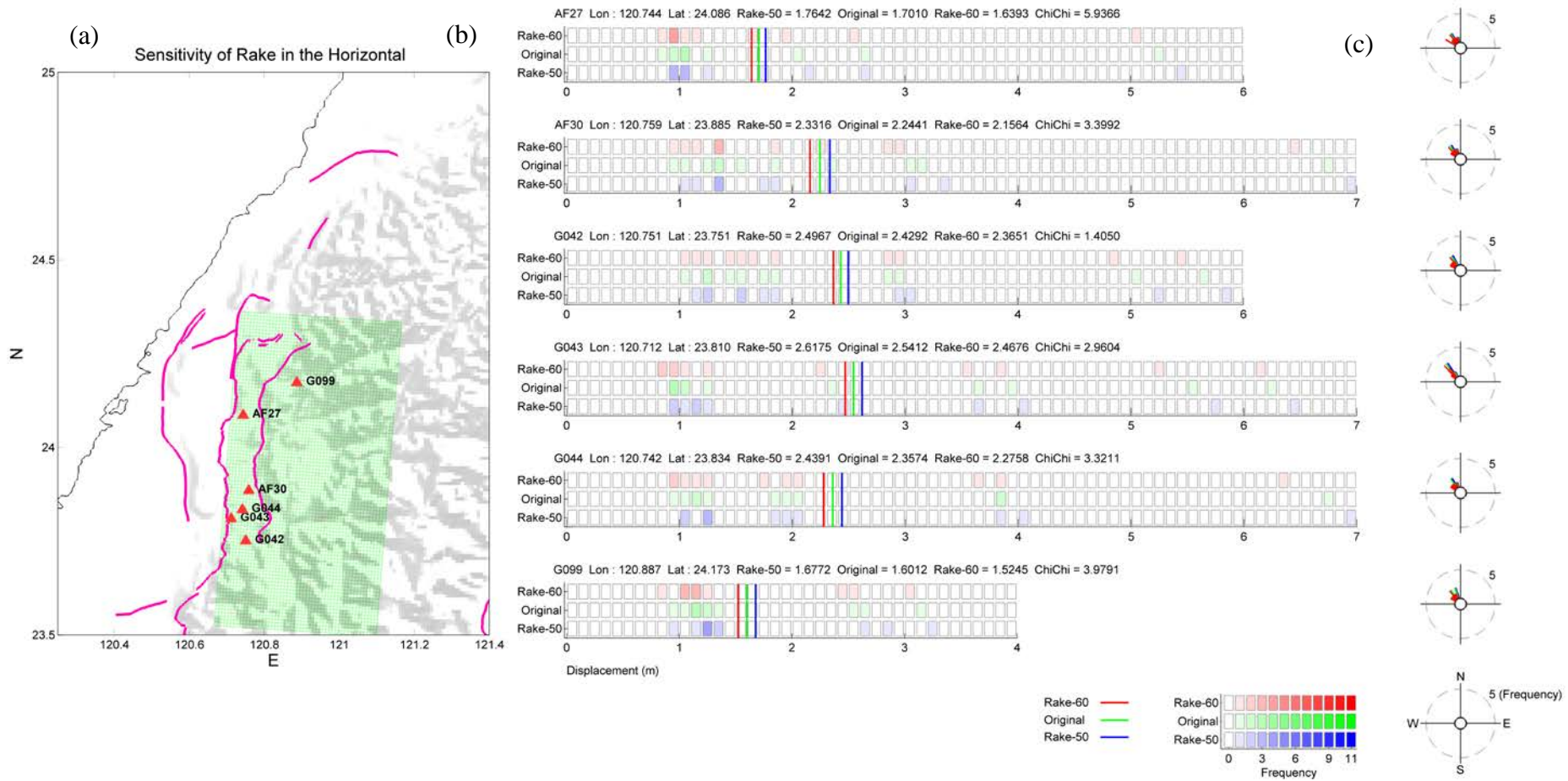


圖 A 5、隨機模型改變震源參數 rake 經過彈性錯位理論算出的水平向變形量分布圖(a) rake 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(AF27、AF30、G042、G043、G044、G099)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值 (c)十一組隨機模型對紅色三角形測站地表變形水平方位角發生率之玫瑰圖。

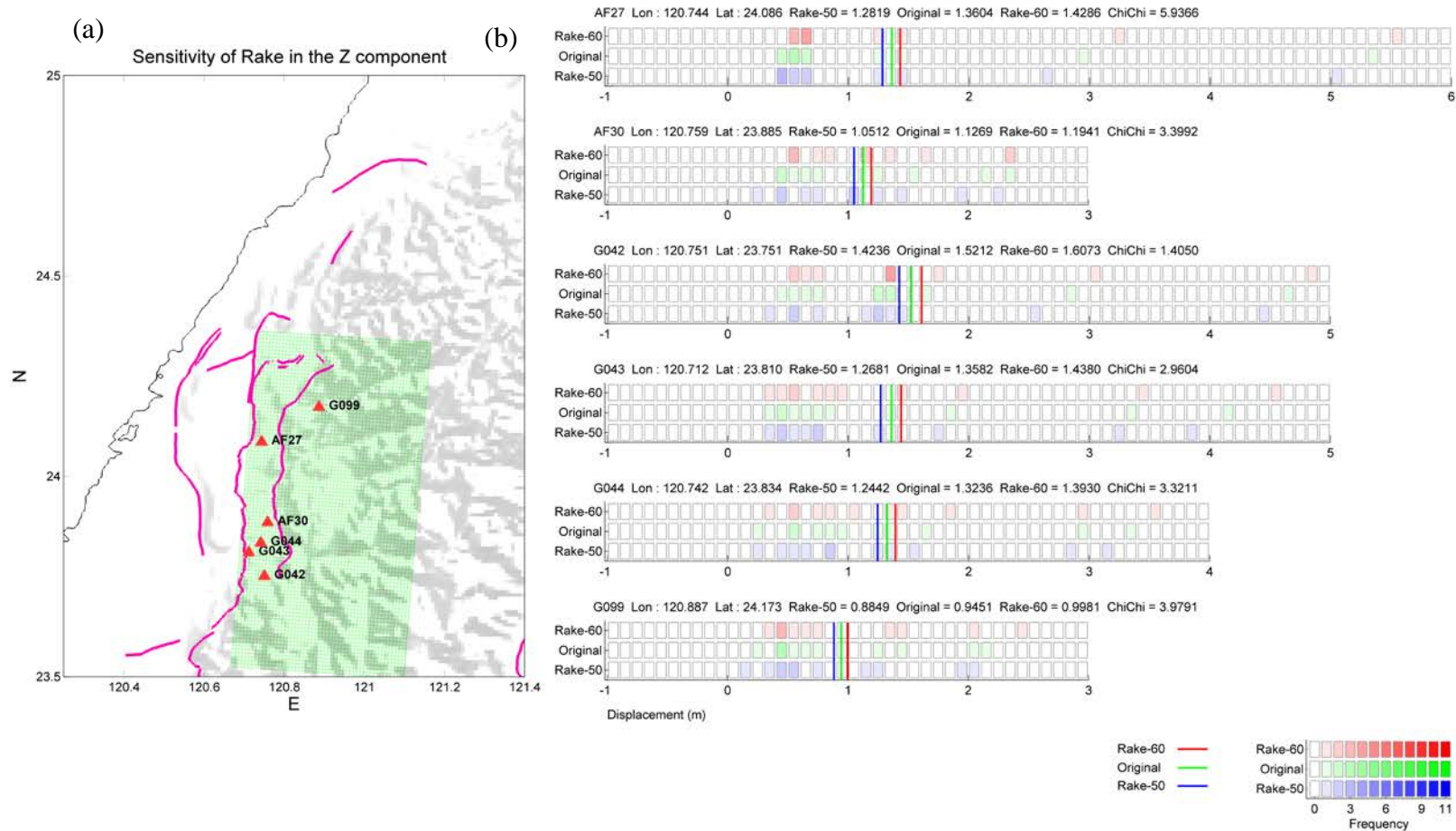


圖 A 6、隨機模型改變震源參數 rake 經過彈性錯位理論算出的垂直向變形量分布圖(a) rake 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(AF27、AF30、G042、G043、G044、G099)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值。

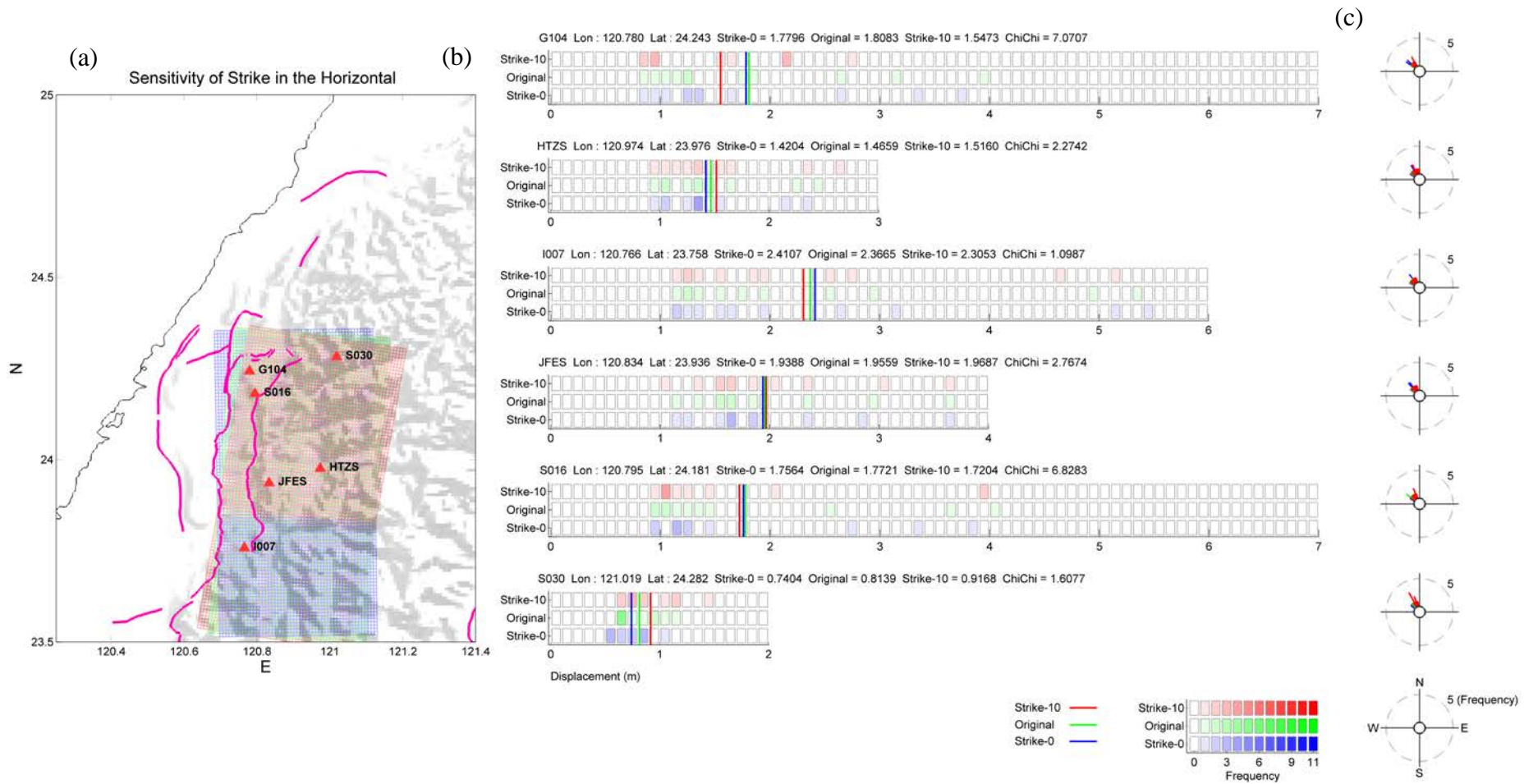


圖 A 7、隨機模型改變震源參數 strike 角度，經過彈性錯位理論算出的水平向地表變形量分布圖(a) strike 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(G104、HTZS、I007、JFES、S016、S030)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值 (c)十一組隨機模型對紅色三角形測站地表變形水平方位角發生率之玫瑰圖。

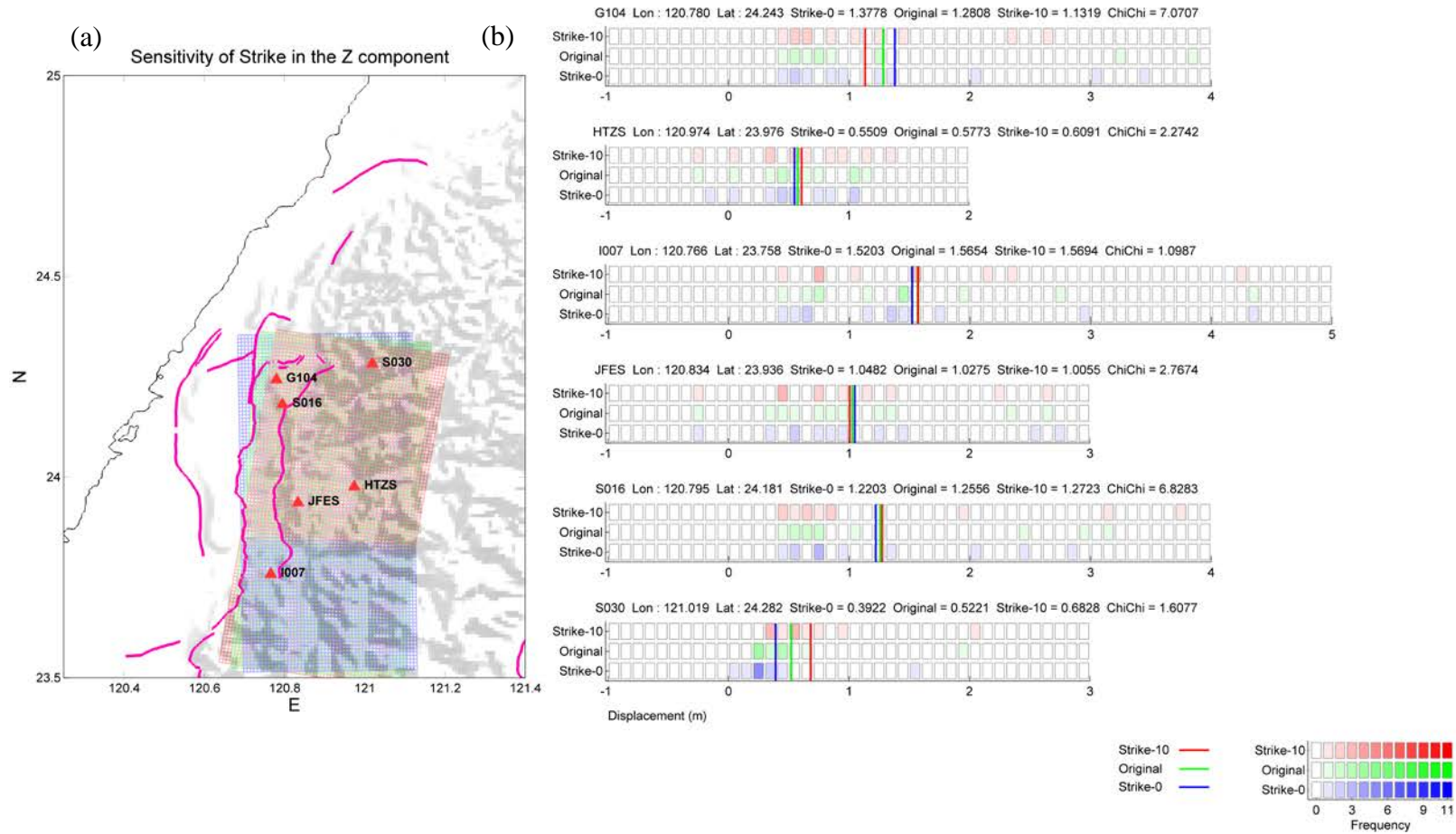


圖 A 8、隨機模型改變震源參數 strike 角度，經過彈性錯位理論算出的垂直向變形量分布圖(a) strike 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(G104、HTZS、I007、JFES、S016、S030)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值。

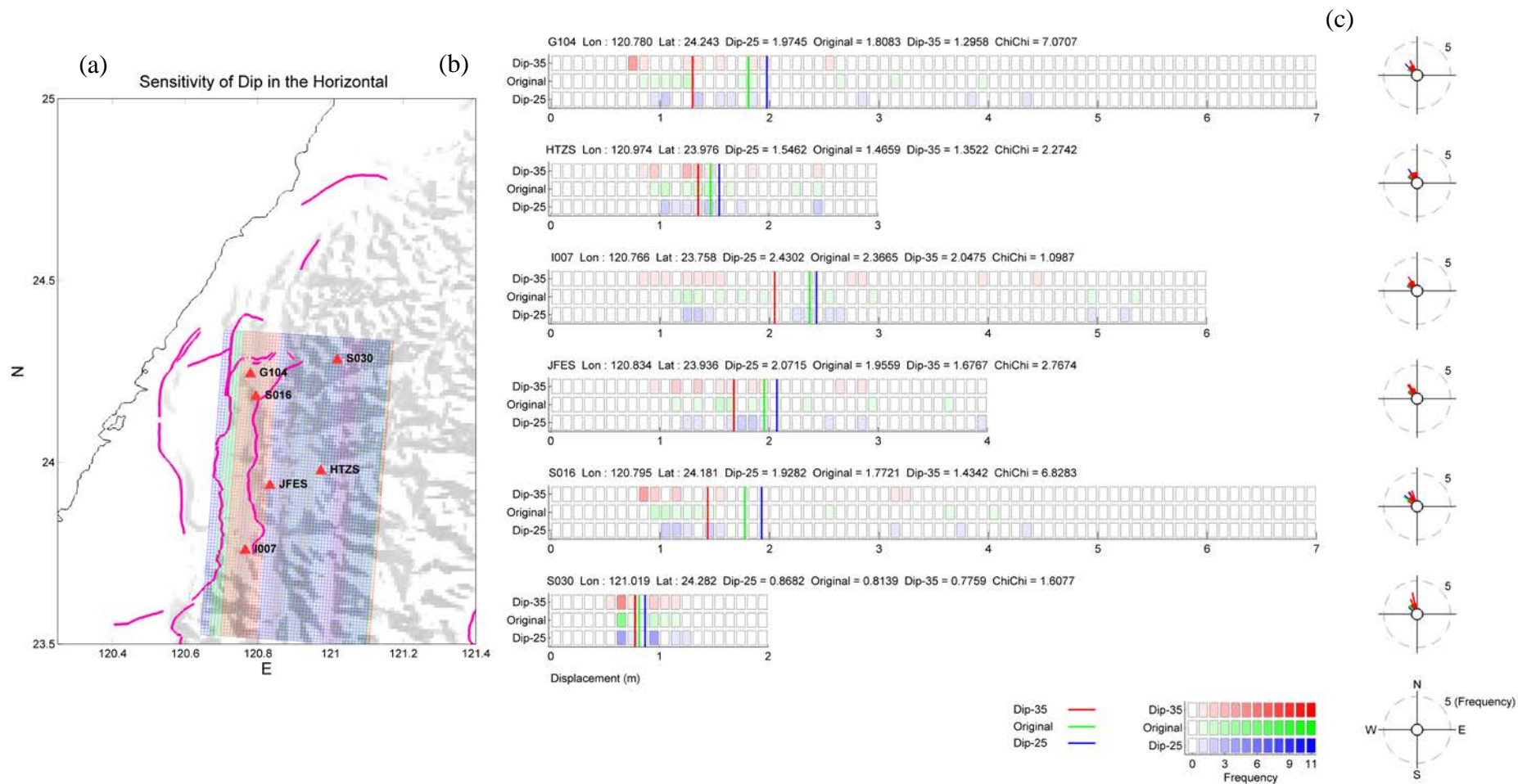


圖 A9、隨機模型改變震源參數 dip 經過彈性錯位理論算出的水平向變形量分布圖(a) dip 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(G104、HTZS、I007、JFES、S016、S030)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值 (c)十一組隨機模型對紅色三角形測站地表變形水平方位角發生率之玫瑰圖。

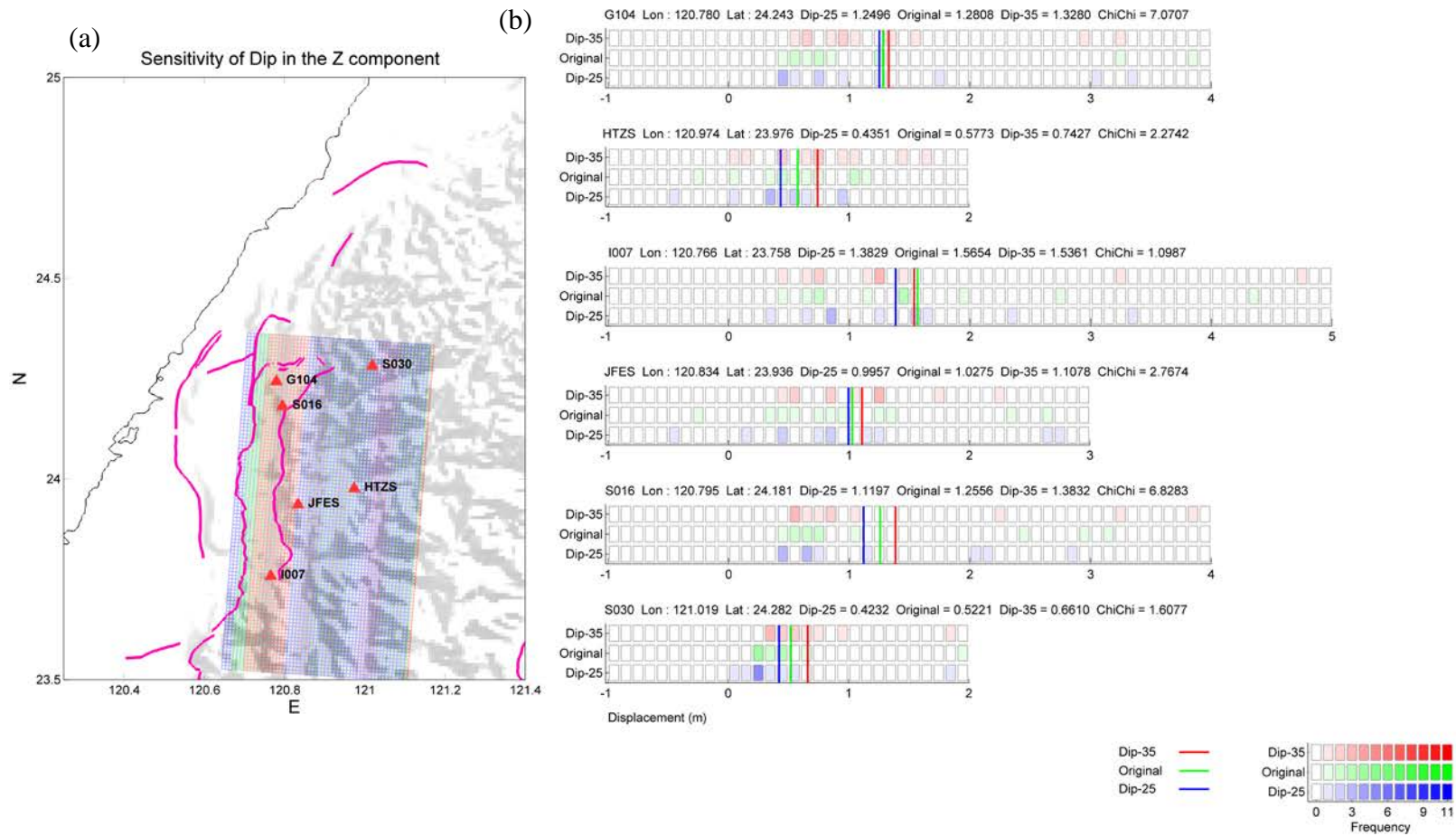


圖 A 10、隨機模型改變震源參數 dip 經過彈性錯位理論算出的垂直向變形量分布圖(a) dip 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(G104、HTZS、I007、JFES、S016、S030)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值。

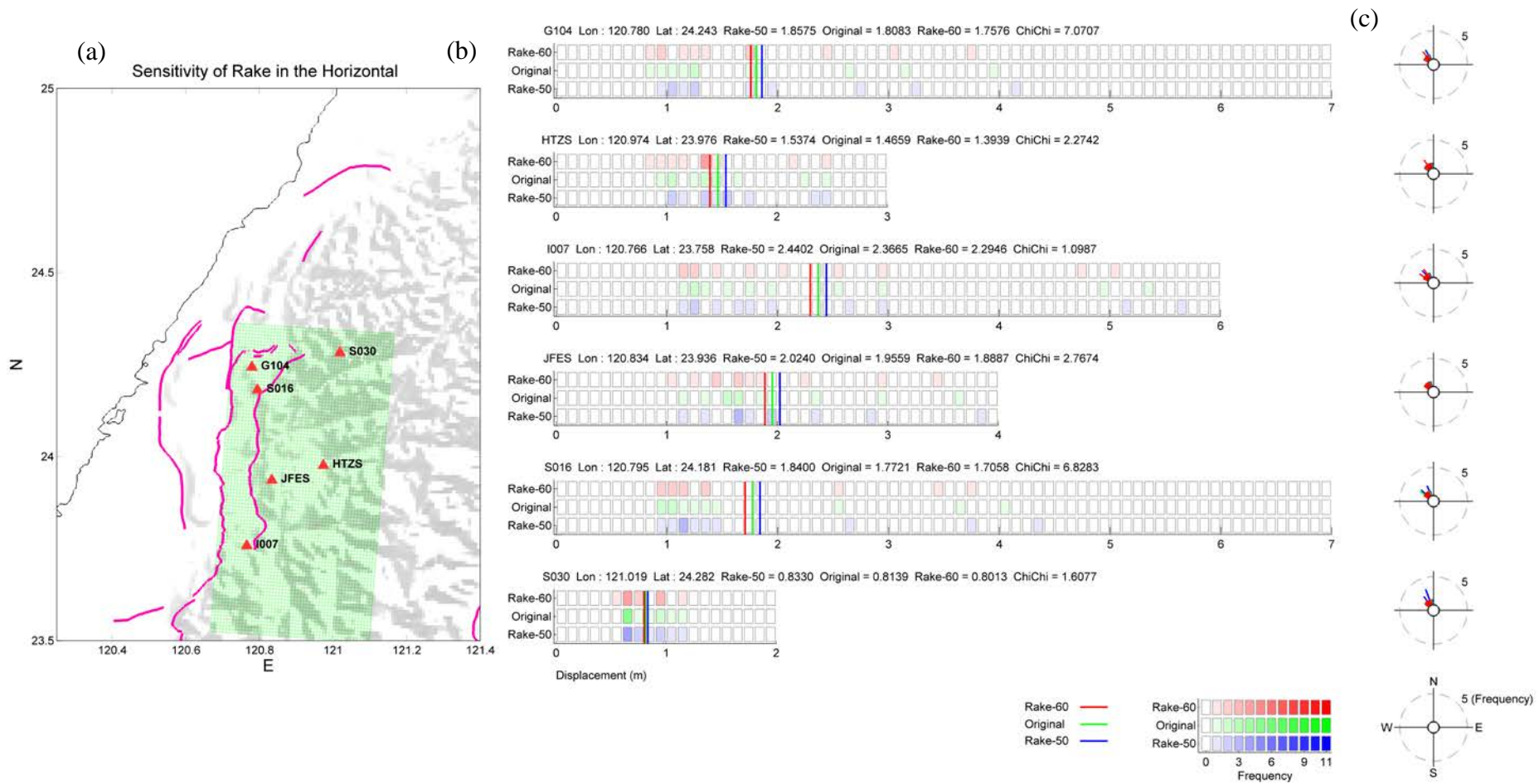


圖 A 11、隨機模型改變震源參數 rake 經過彈性錯位理論算出的水平向變形量分布圖(a) rake 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(G104、HTZS、I007、JFES、S016、S030)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值 (c)十一組隨機模型對紅色三角形測站地表變形水平方位角發生率之玫瑰圖。

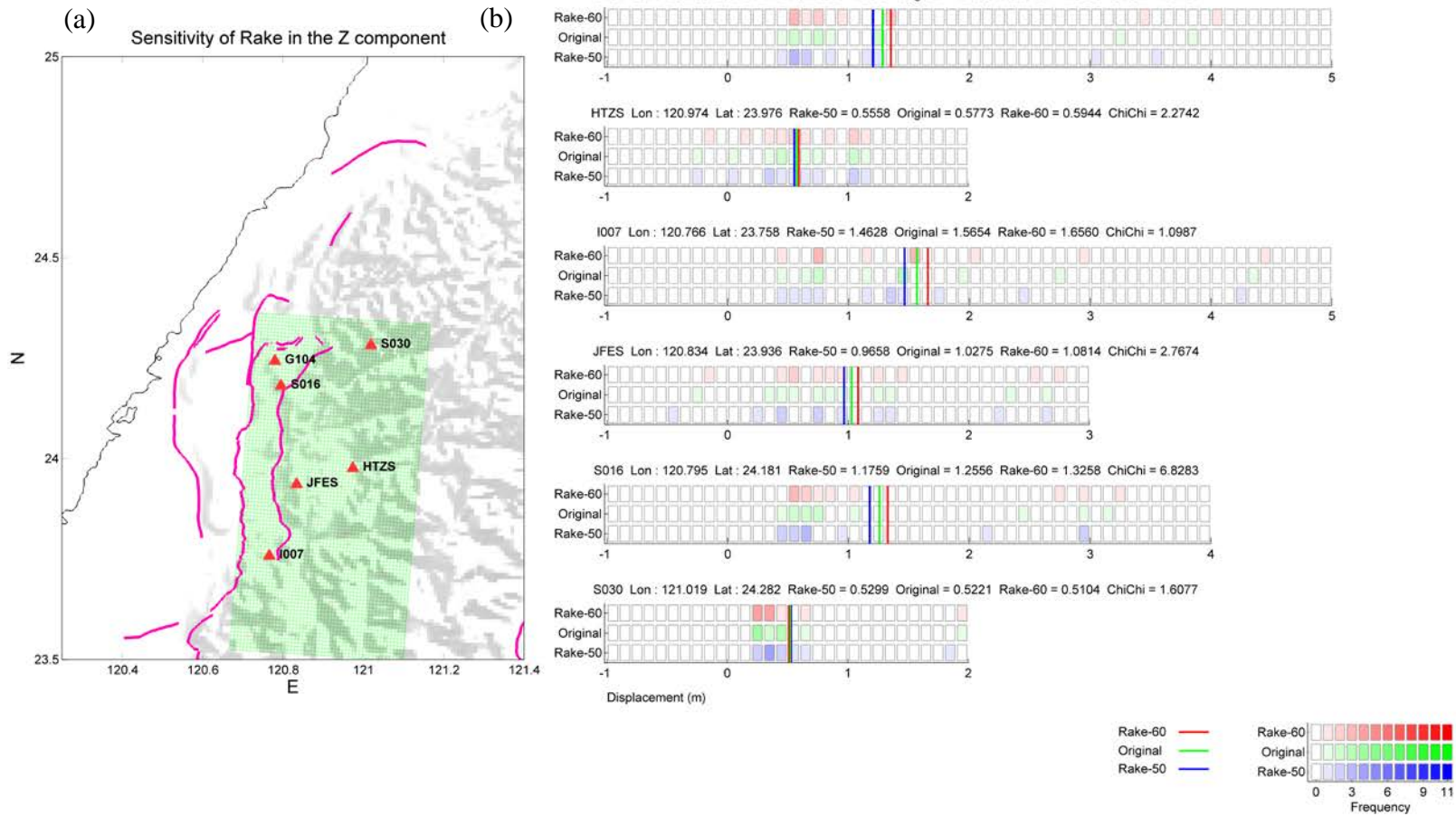


圖 A 12、隨機模型改變震源參數 rake 經過彈性錯位理論算出的垂直向變形量分布圖(a) rake 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(G104、HTZS、I007、JFES、S016、S030)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值。

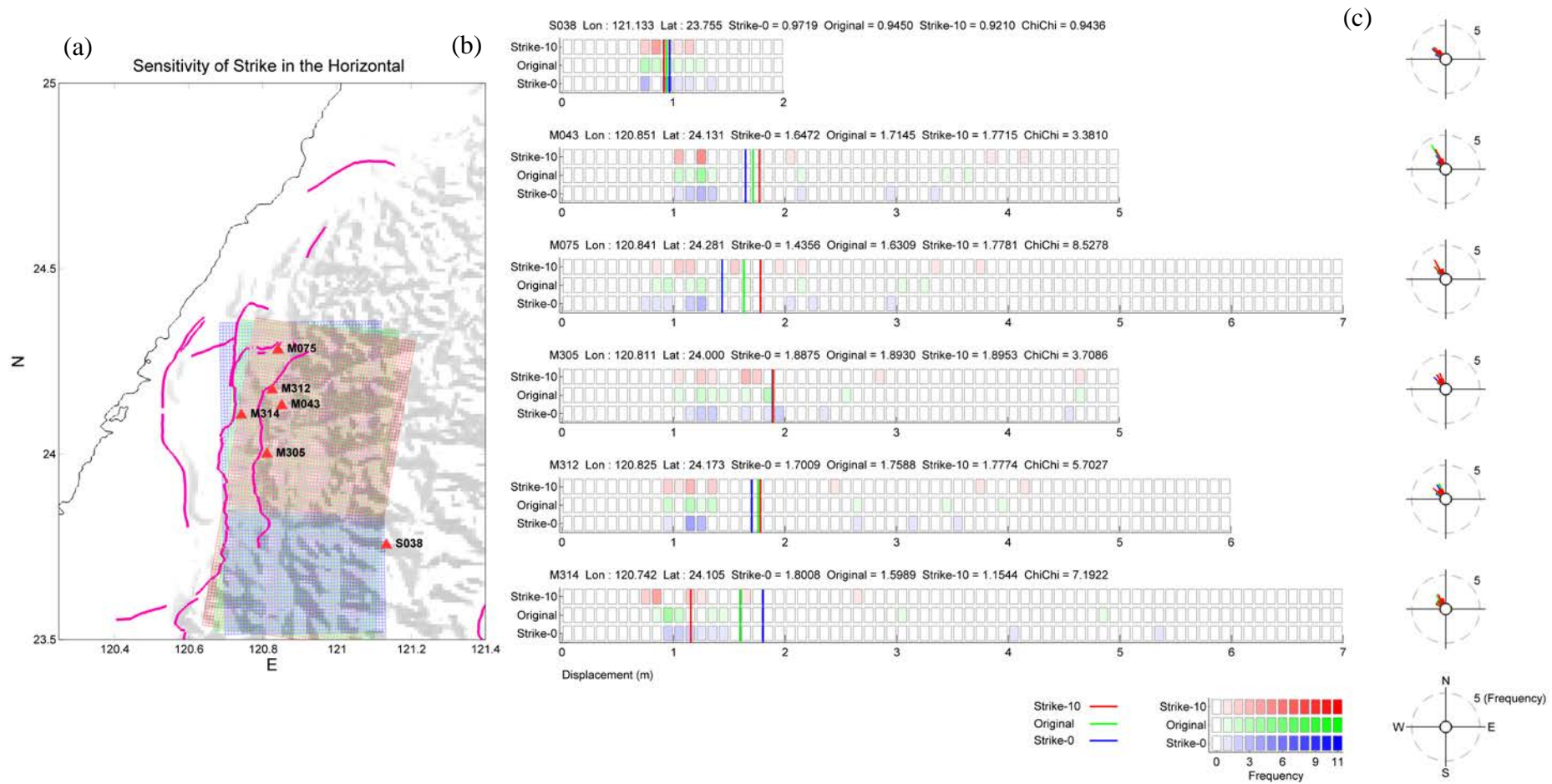


圖 A 13、隨機模型改變震源參數 strike 角度，經過彈性錯位理論算出的水平向地表變形量分布圖(a) strike 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(M043、M075、M305、M312、M314、S038)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值 (c)十一組隨機模型對紅色三角形測站地表變形水平方位角發生率之玫瑰圖。

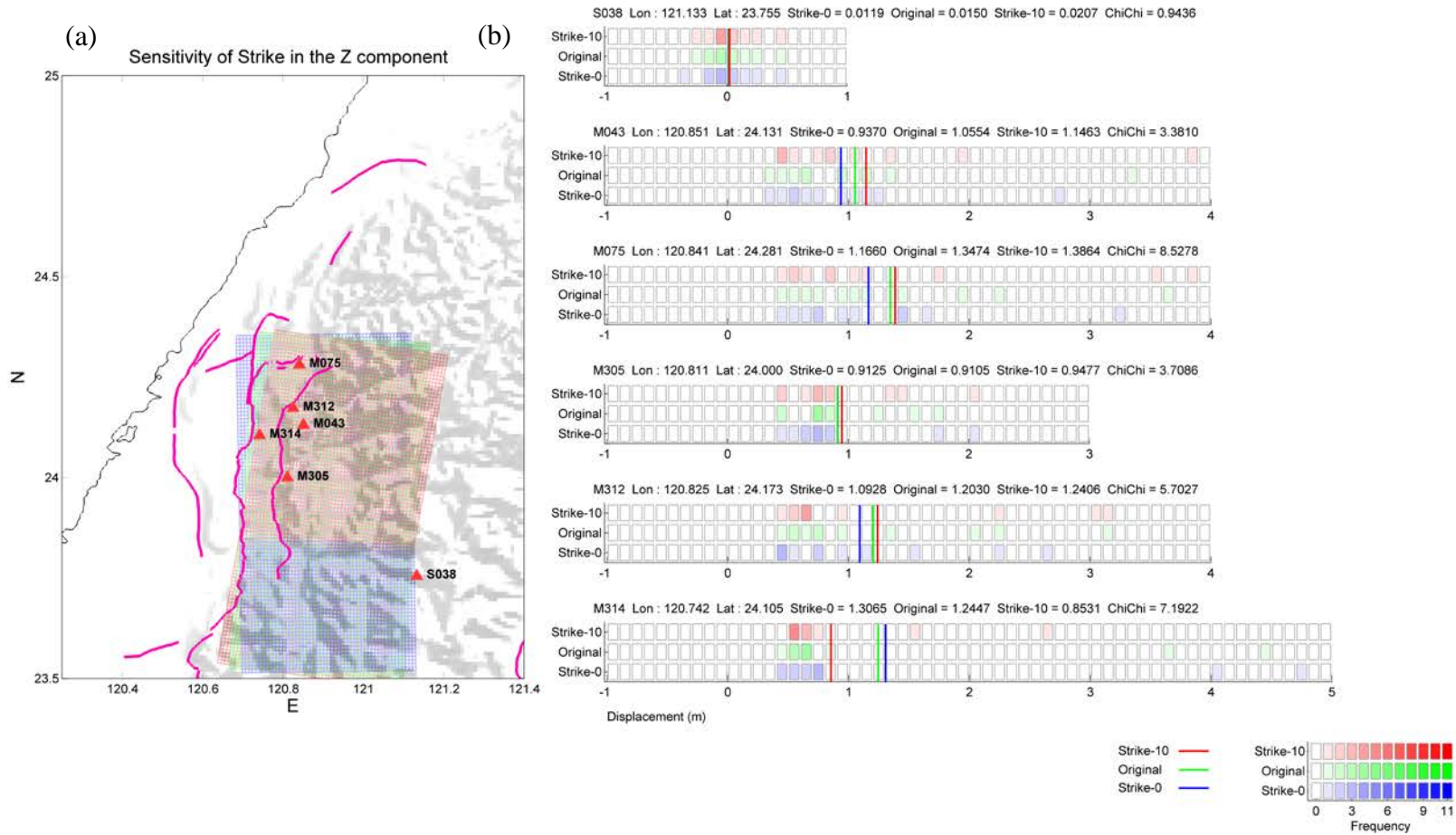


圖 A 14、隨機模型改變震源參數 strike 角度，經過彈性錯位理論算出的垂直向變形量分布圖(a) strike 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(M043、M075、M305、M312、M314、S038)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值。

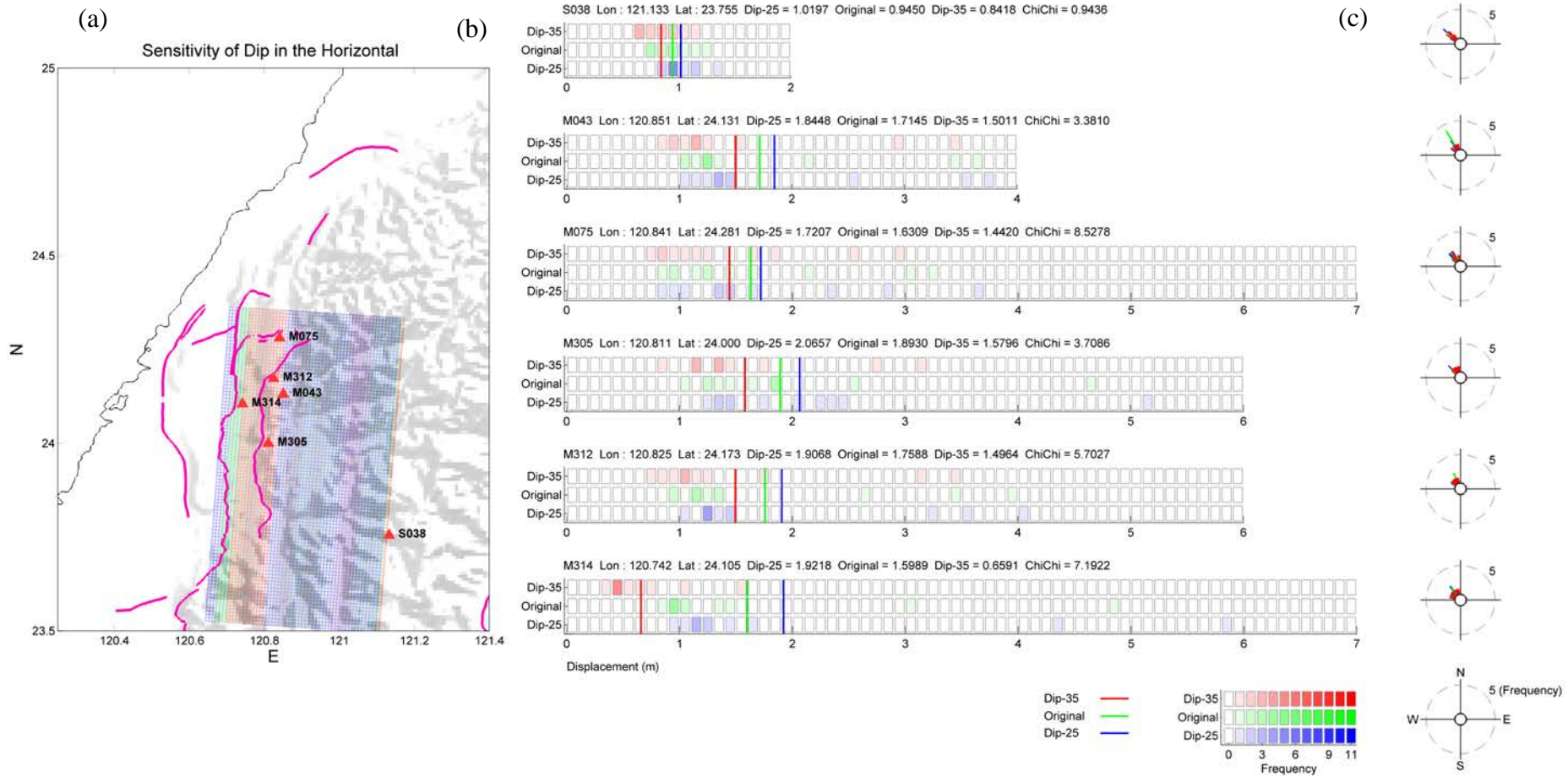


圖 A 15、隨機模型改變震源參數 dip 經過彈性錯位理論算出的水平向變形量分布圖(a) dip 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(M043、M075、M305、M312、M314、S038)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值 (c)十一組隨機模型對紅色三角形測站地表變形水平方位角發生率之玫瑰圖。

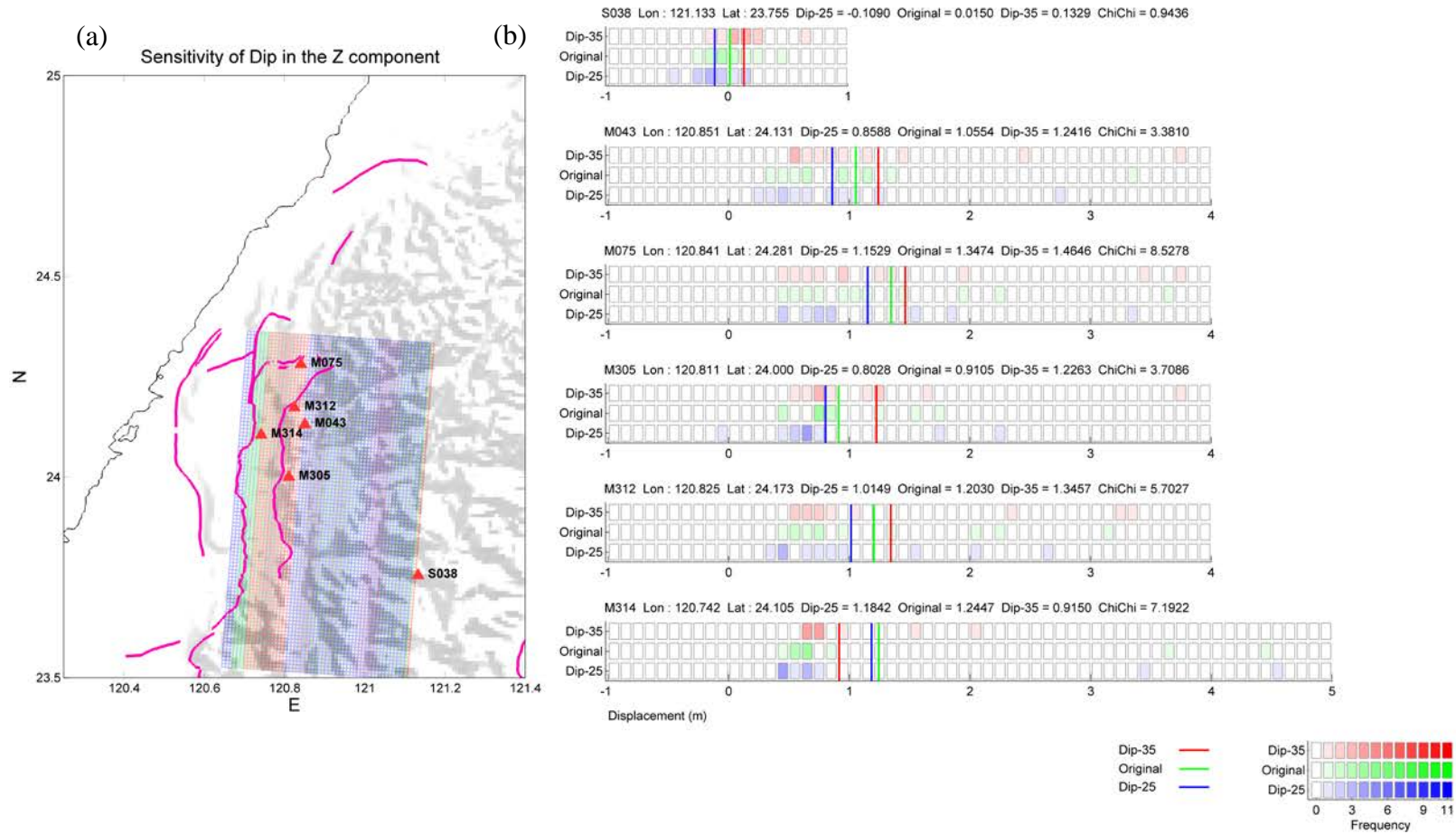


圖 A 16、隨機模型改變震源參數 dip 經過彈性錯位理論算出的垂直向變形量分布圖(a) dip 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(M043、M075、M305、M312、M314、S038)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值。

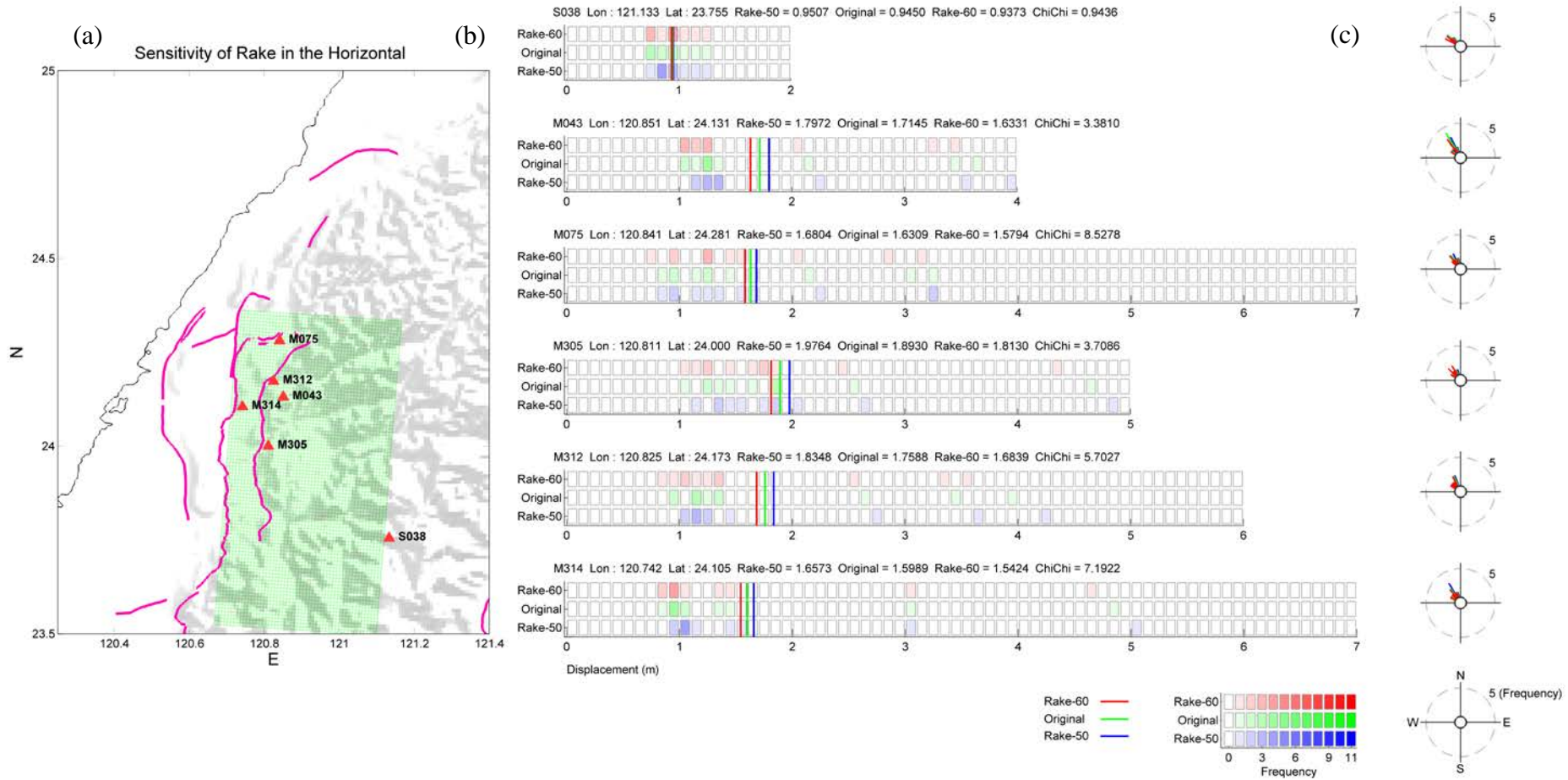


圖 A 17、隨機模型改變震源參數 rake 經過彈性錯位理論算出的水平向變形量分布圖(a) rake 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(M043、M075、M305、M312、M314、S038)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值 (c)十一組隨機模型對紅色三角形測站地表變形水平方位角發生率之玫瑰圖。

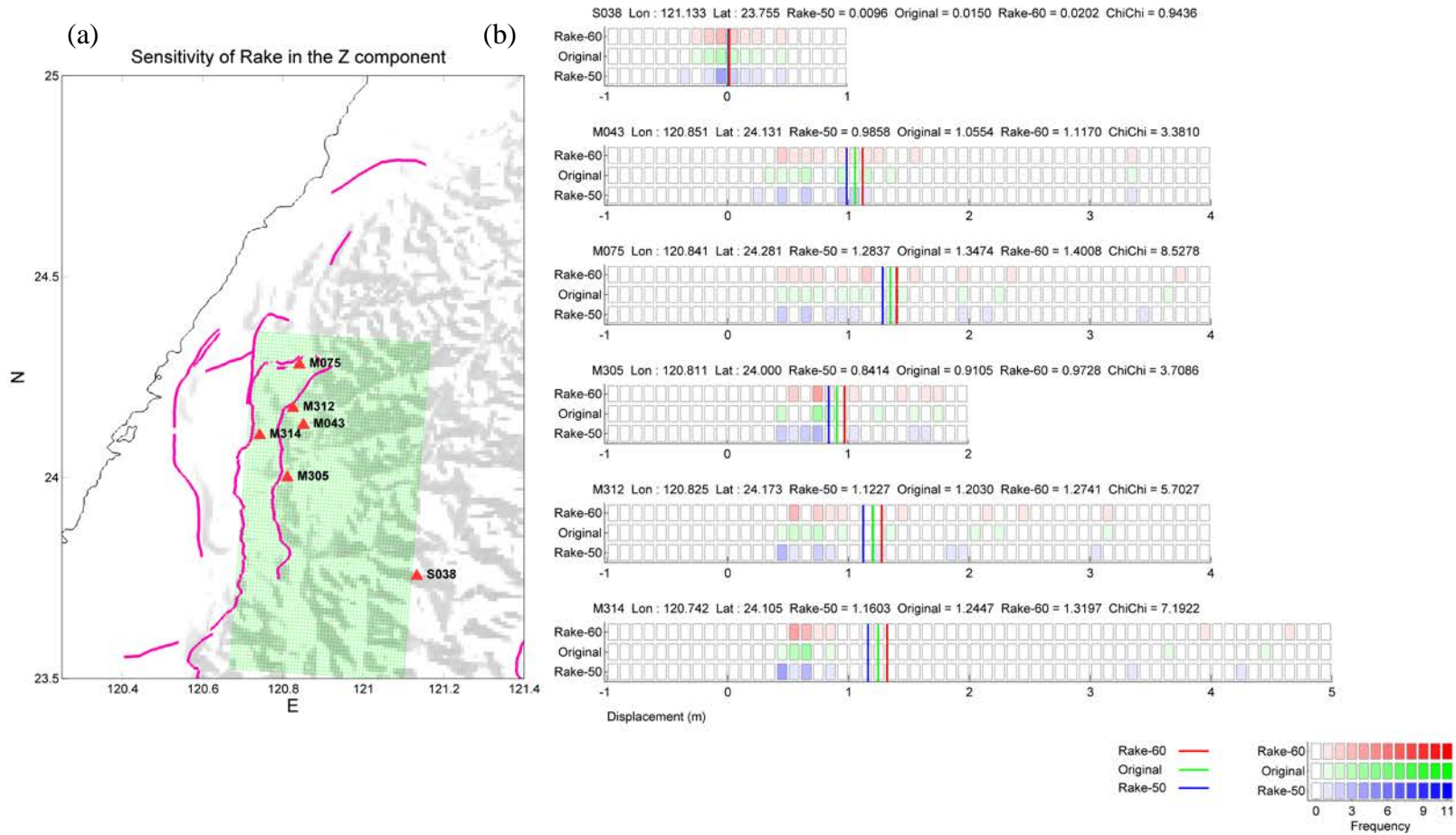


圖 A 18、隨機模型改變震源參數 rake 經過彈性錯位理論算出的垂直向變形量分布圖(a) rake 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(M043、M075、M305、M312、M314、S038)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值。

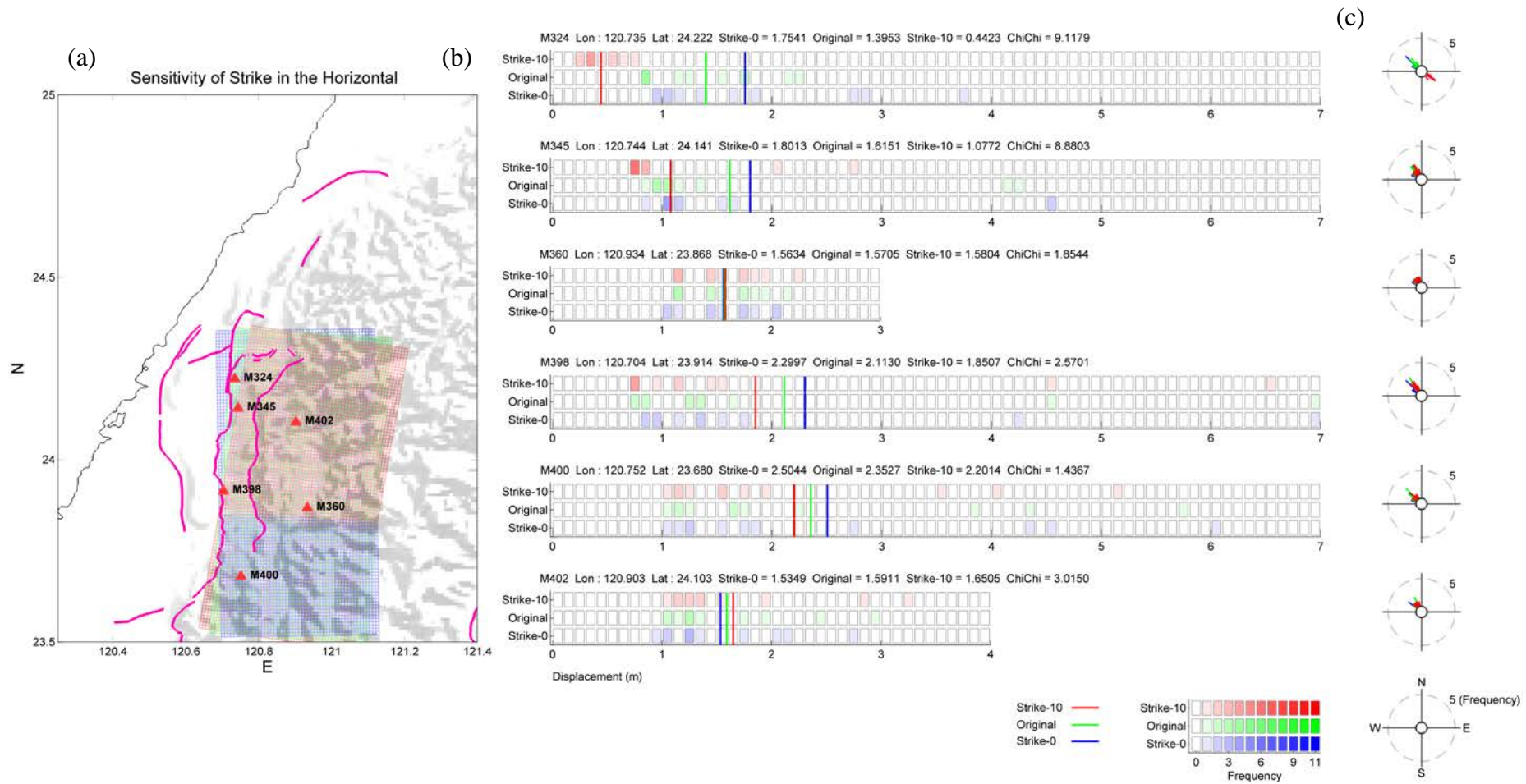


圖 A 19、隨機模型改變震源參數 strike 角度，經過彈性錯位理論算出的水平向地表變形量分布圖(a) strike 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(M324、M345、M360、M398、M400、M402)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值 (c)十一組隨機模型對紅色三角形測站地表變形水平方位角發生率之玫瑰圖。

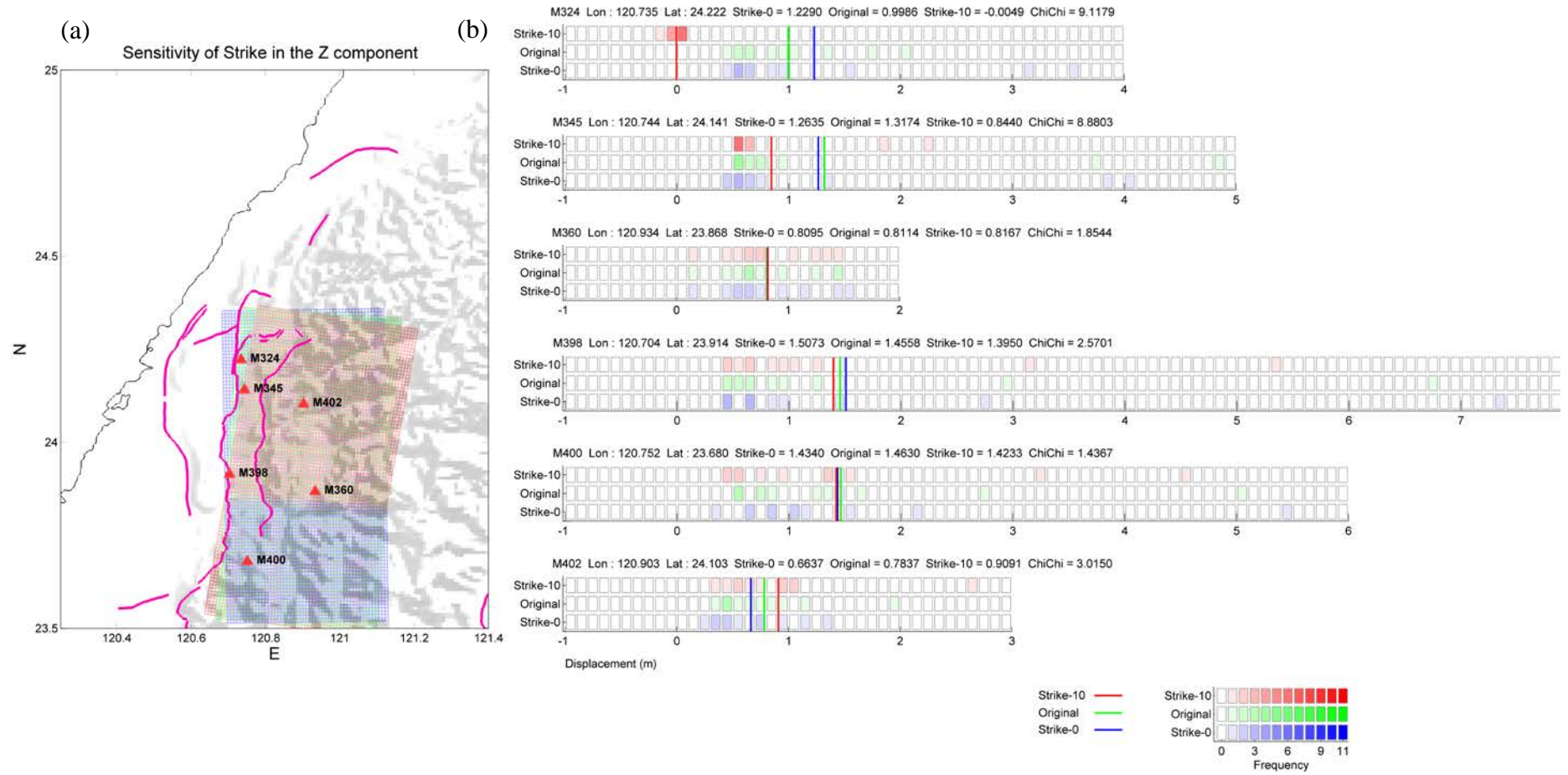


圖 A 20、隨機模型改變震源參數 strike 角度，經過彈性錯位理論算出的垂直向變形量分布圖(a) strike 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(M324、M345、M360、M398、M400、M402)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值。

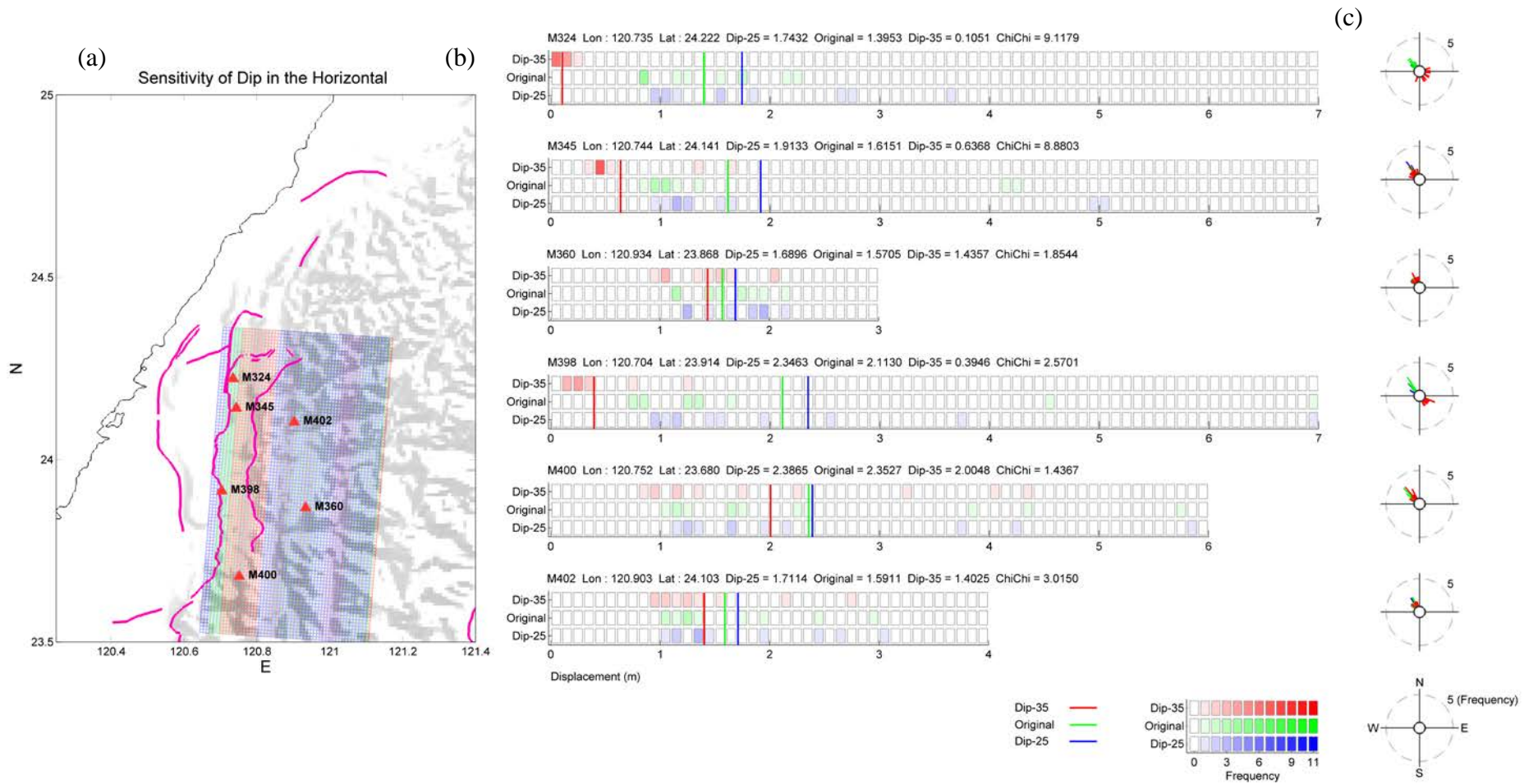


圖 A 21、隨機模型改變震源參數 dip 經過彈性錯位理論算出的水平向變形量分布圖(a) dip 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(M324、M345、M360、M398、M400、M402)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值 (c)十一組隨機模型對紅色三角形測站地表變形水平方位角發生率之玫瑰圖。

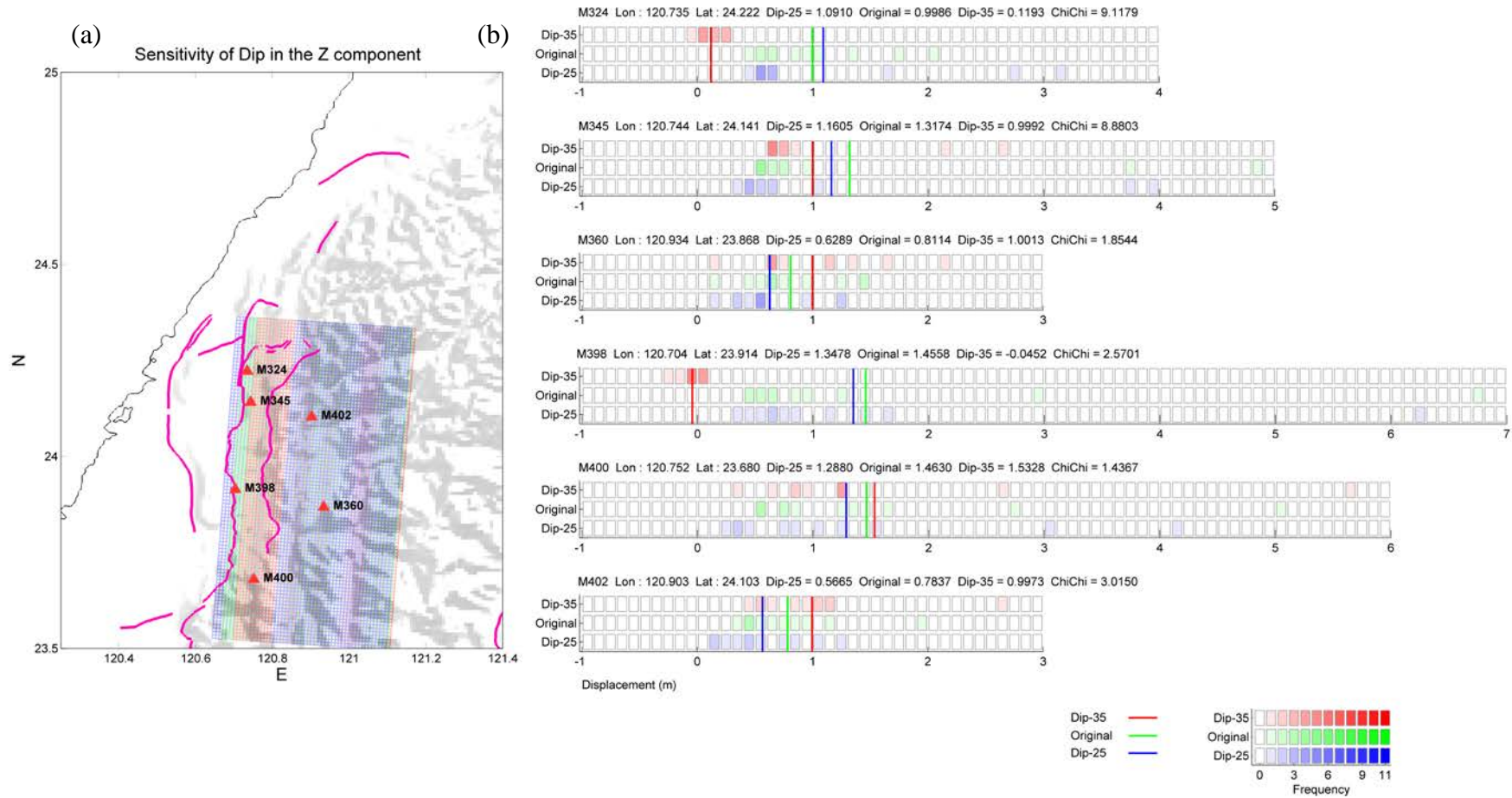


圖 A 22、隨機模型改變震源參數 dip 經過彈性錯位理論算出的垂直向變形量分布圖(a) dip 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(M324、M345、M360、M398、M400、M402)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值。

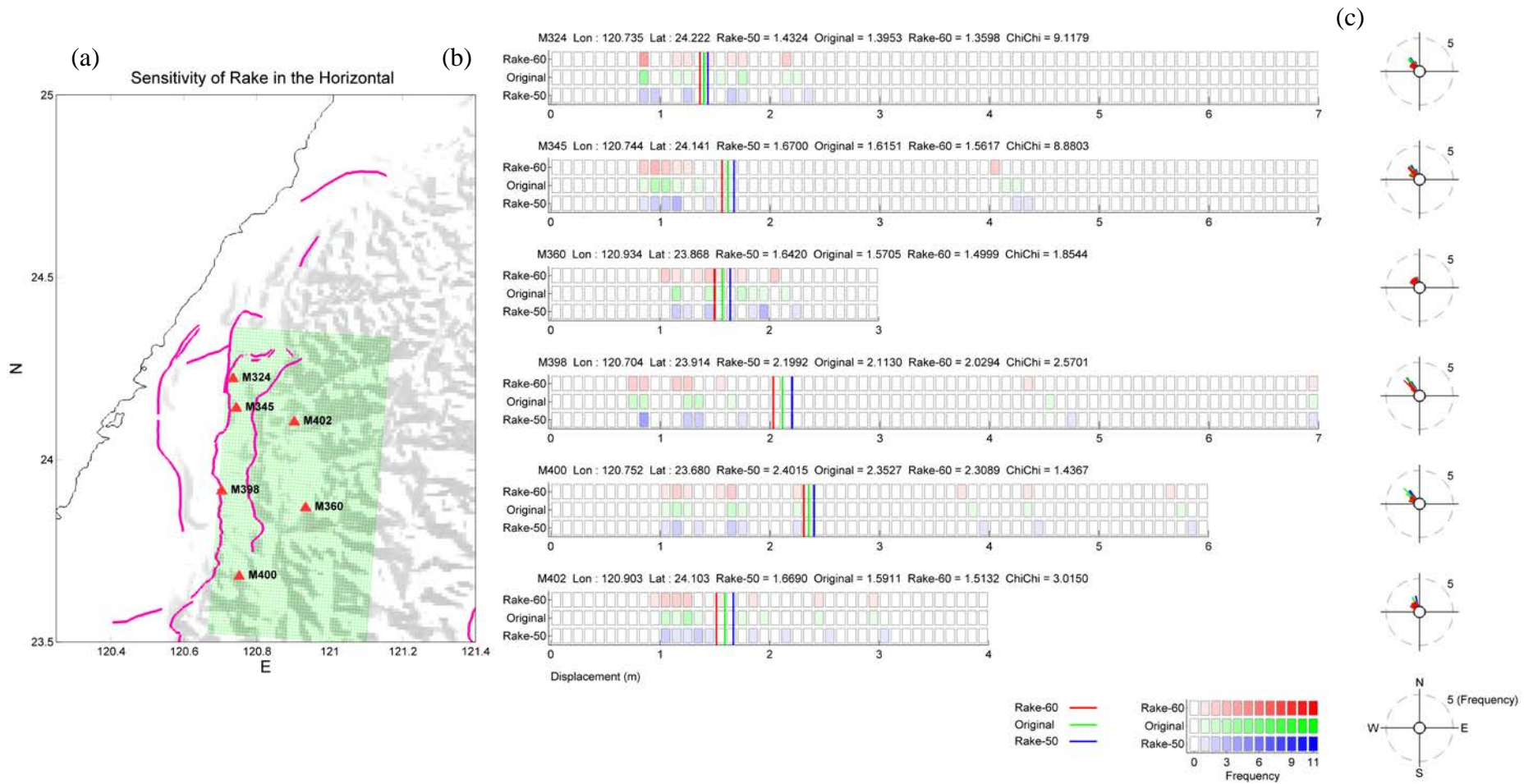


圖 A 23、隨機模型改變震源參數 rake 經過彈性錯位理論算出的水平向變形量分布圖(a) rake 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(M324、M345、M360、M398、M400、M402)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值 (c)十一組隨機模型對紅色三角形測站地表變形水平方位角發生率之玫瑰圖。

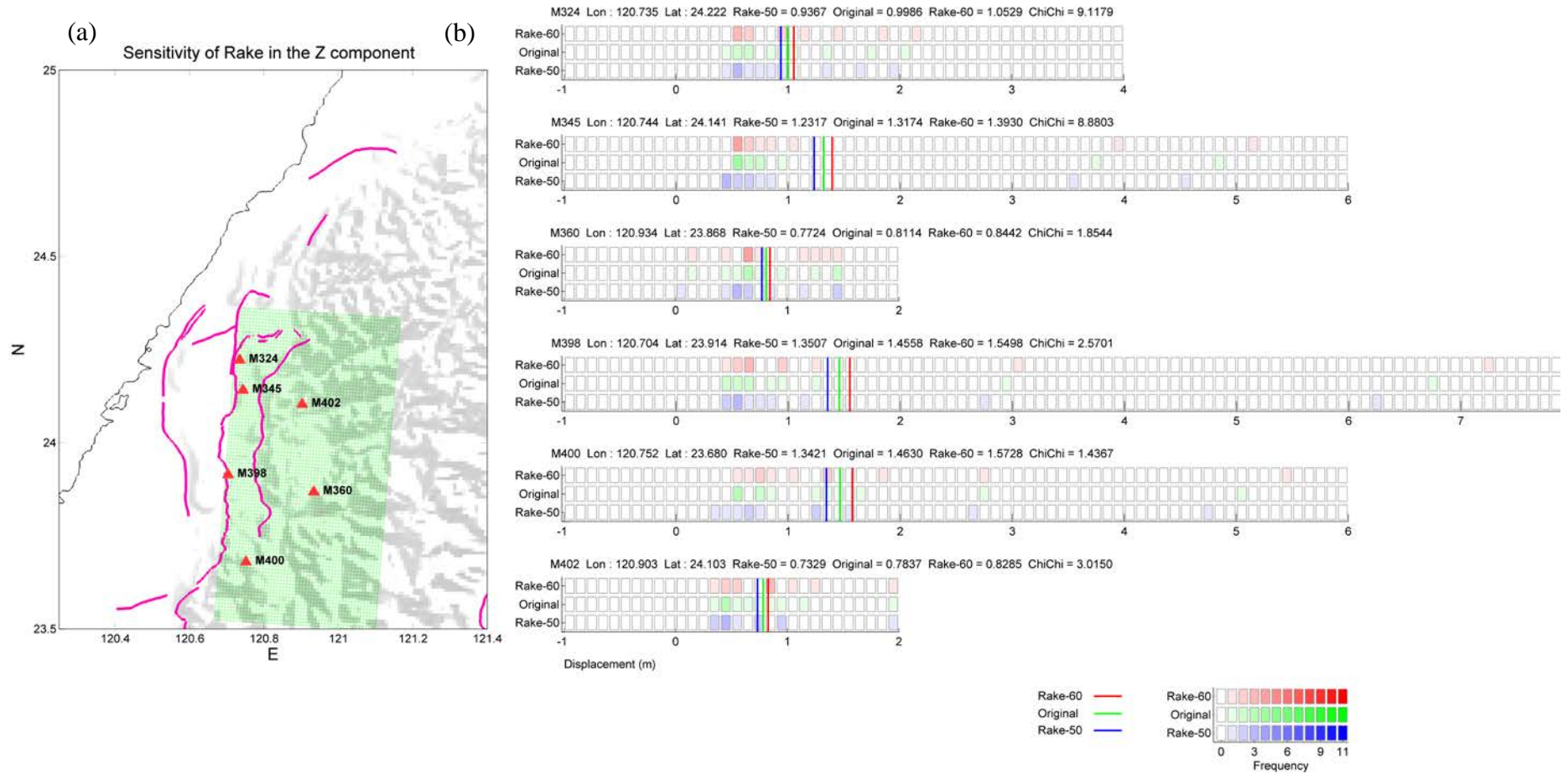


圖 A 24、隨機模型改變震源參數 rake 經過彈性錯位理論算出的垂直向變形量分布圖(a) rake 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(M324、M345、M360、M398、M400、M402)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值。

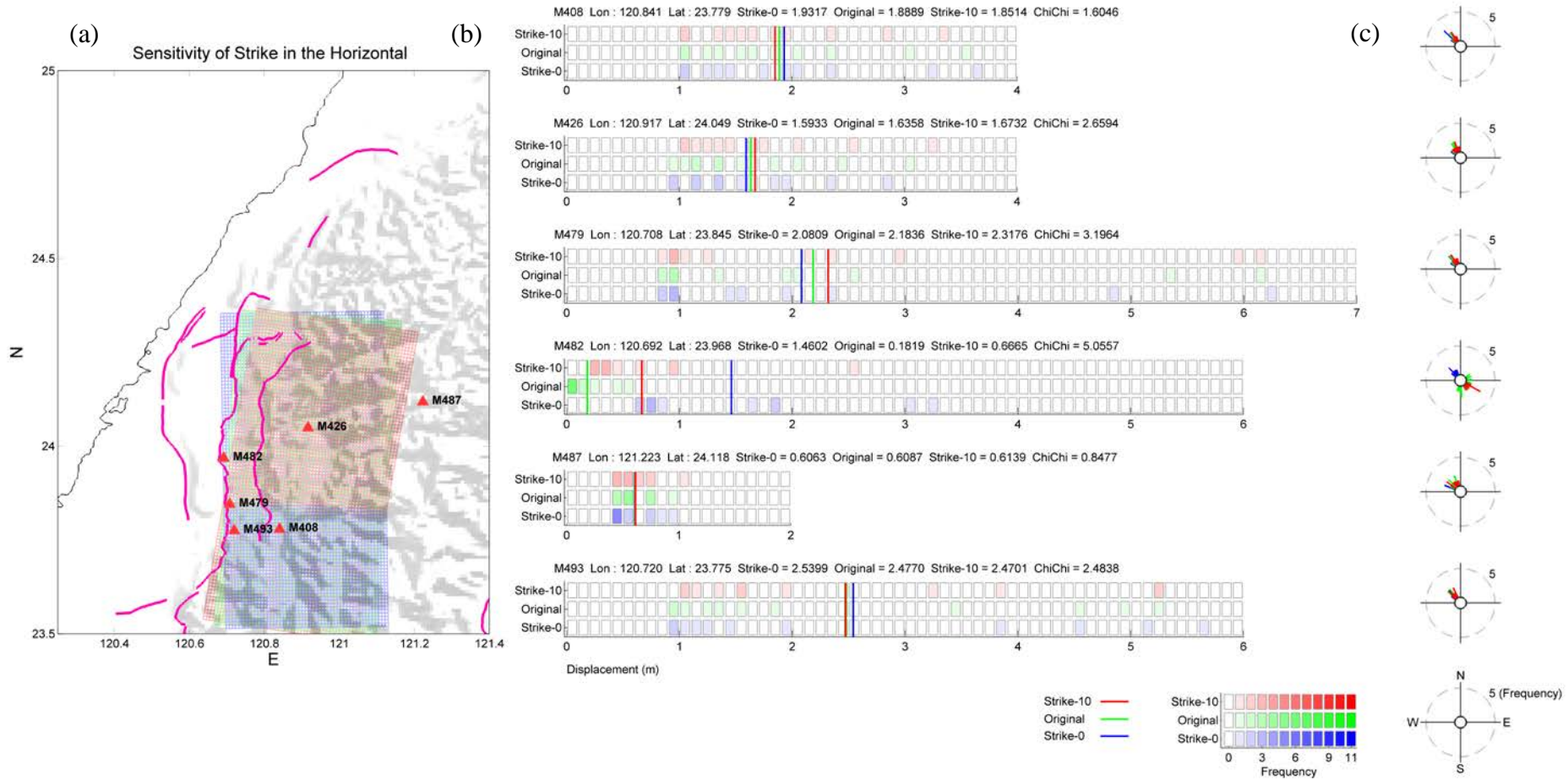


圖 A 25、隨機模型改變震源參數 strike 角度，經過彈性錯位理論算出的水平向地表變形量分布圖(a) strike 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(M408、M426、M479、M482、M487、M493)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值 (c)十一組隨機模型對紅色三角形測站地表變形水平方位角發生率之玫瑰圖。

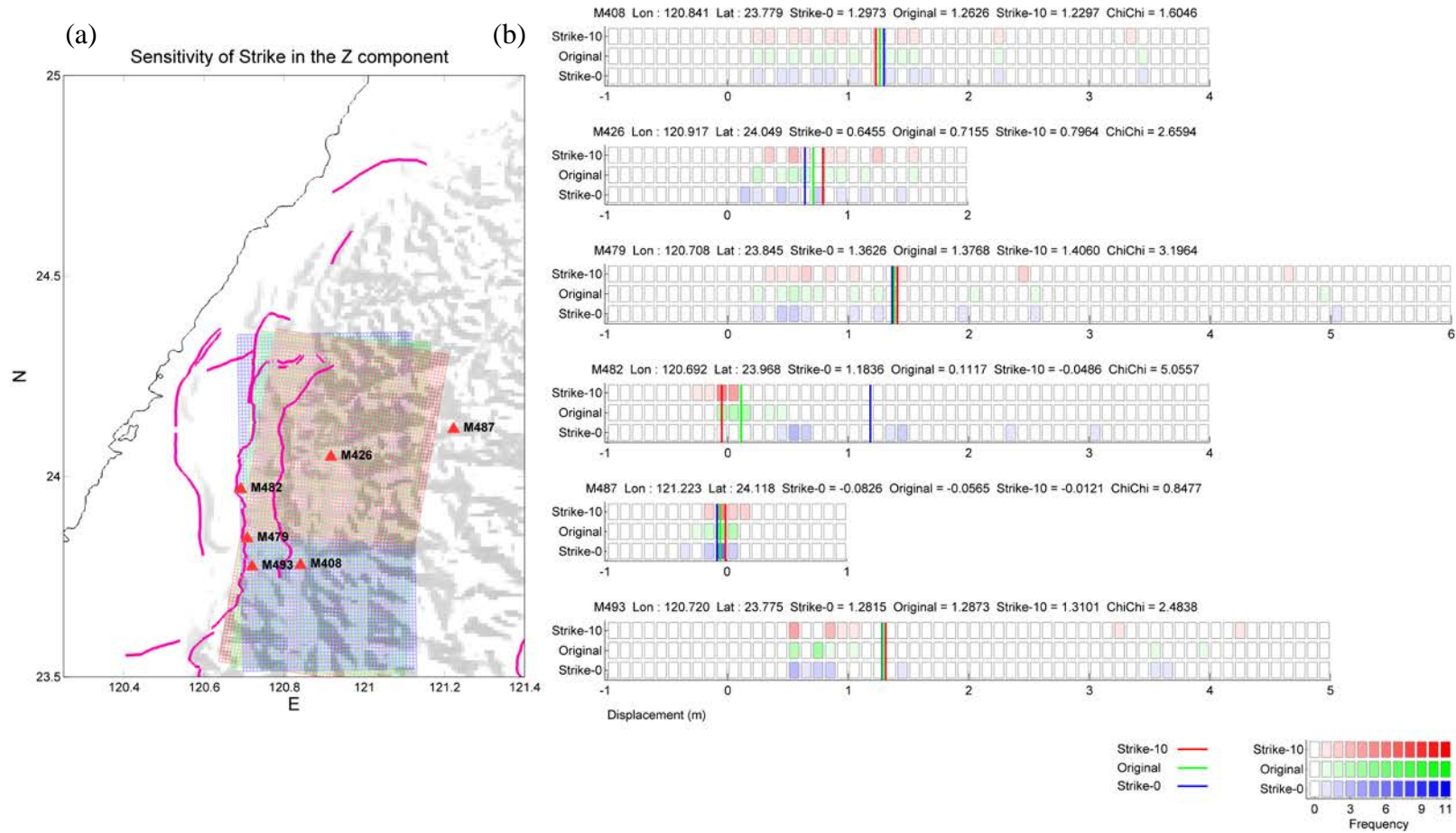


圖 A 26、隨機模型改變震源參數 strike 角度，經過彈性錯位理論算出的垂直向變形量分布圖(a) strike 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(M408、M426、M479、M482、M487、M493)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值。

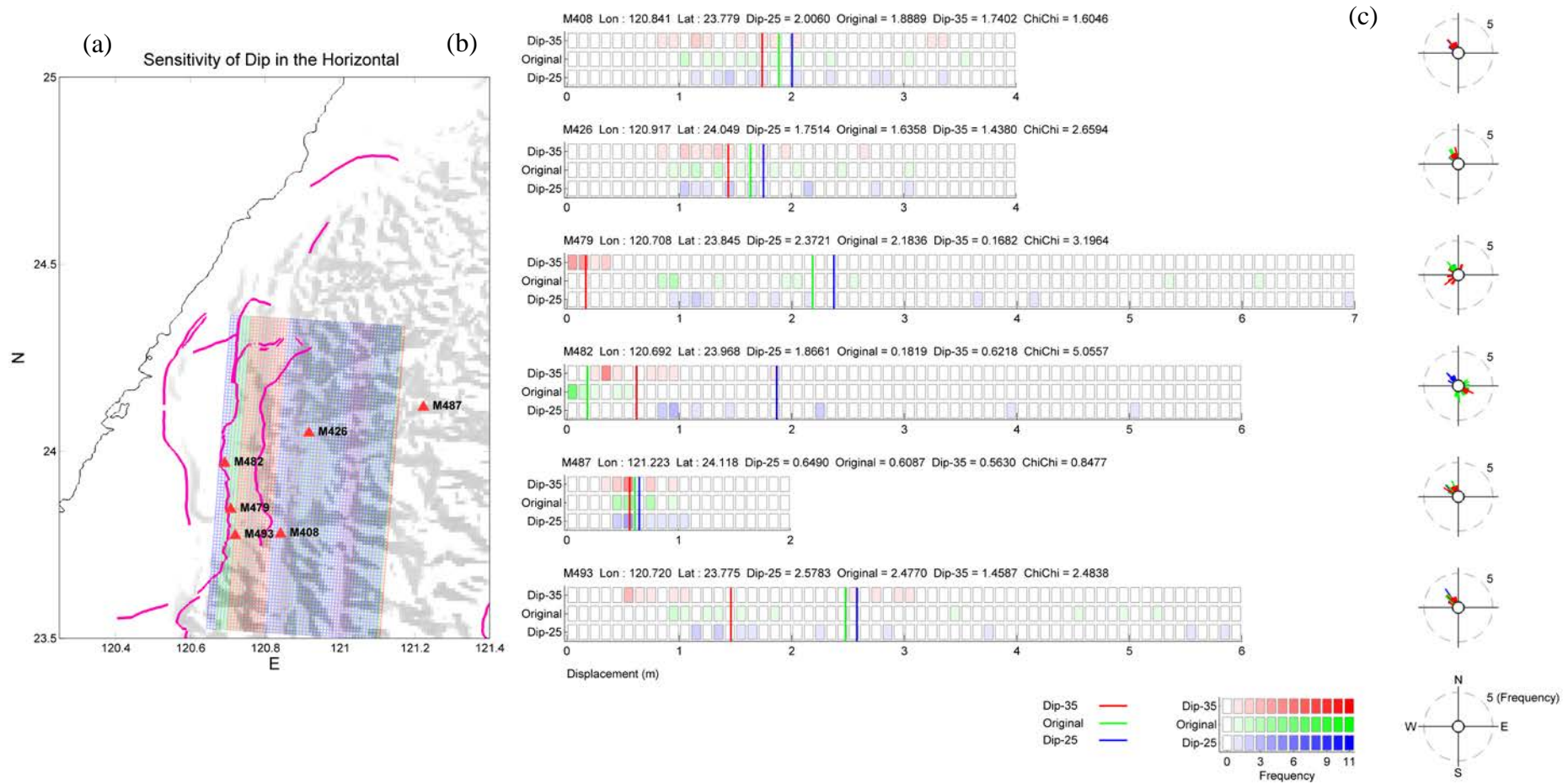


圖 A 27、隨機模型改變震源參數 dip 經過彈性錯位理論算出的水平向變形量分布圖(a) dip 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(M408、M426、M479、M482、M487、M493)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值 (c)十一組隨機模型對紅色三角形測站地表變形水平方位角發生率之玫瑰圖。

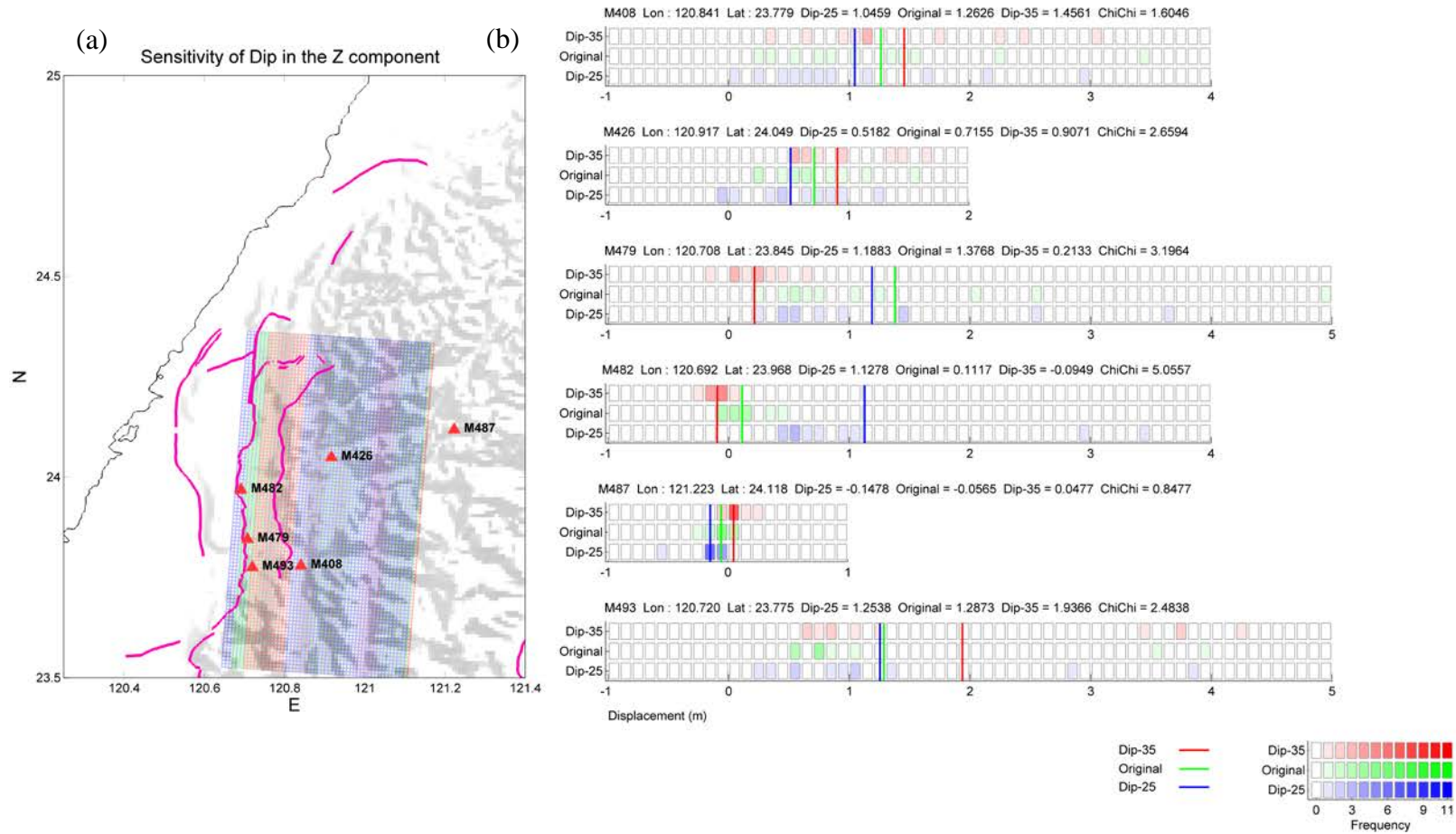


圖 A 28、隨機模型改變震源參數 dip 經過彈性錯位理論算出的垂直向變形量分布圖(a) dip 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(M408、M426、M479、M482、M487、M493)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值。

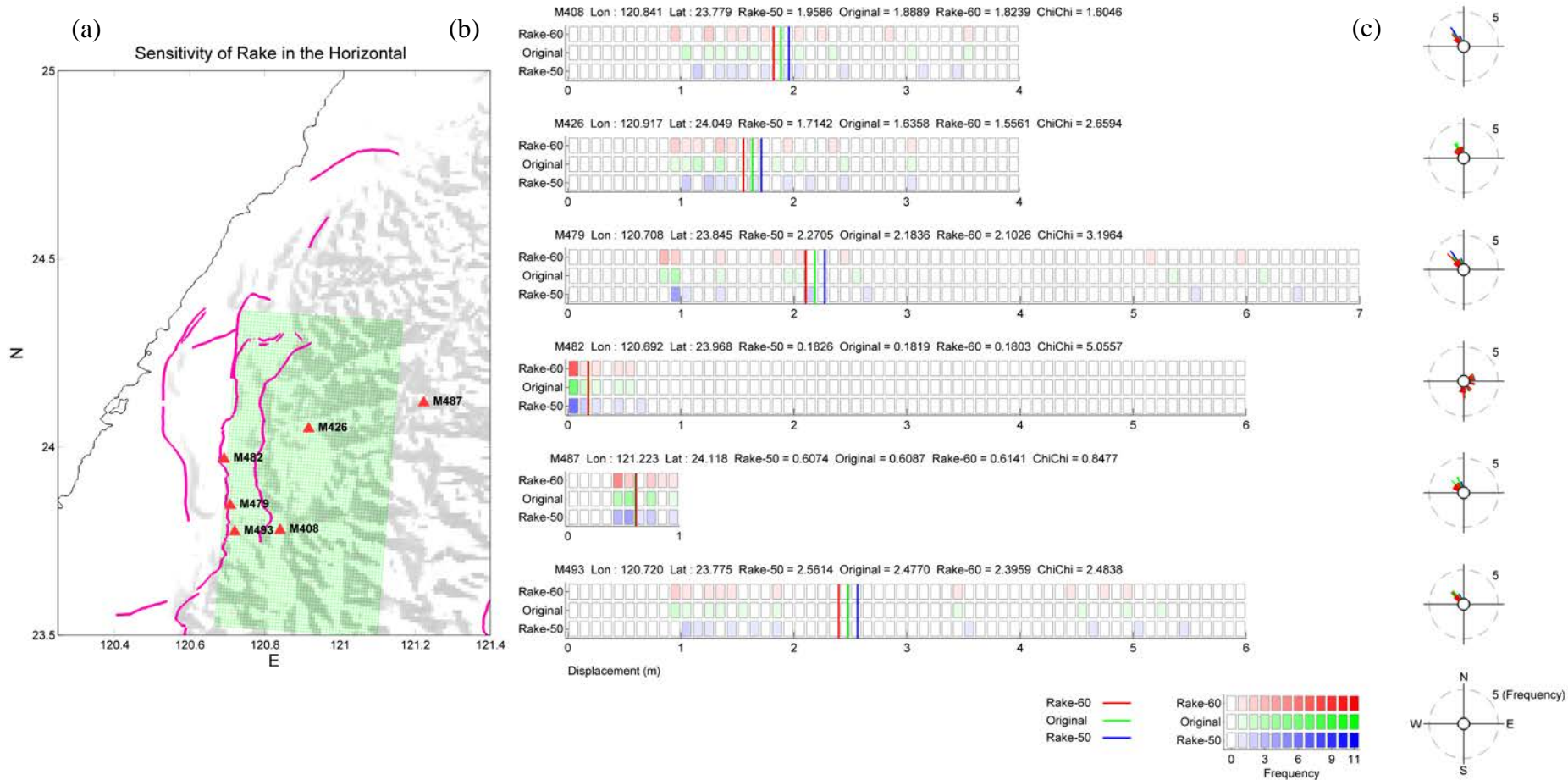


圖 A 29、隨機模型改變震源參數 rake 經過彈性錯位理論算出的水平向變形量分布圖(a) rake 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(M408、M426、M479、M482、M487、M493)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值 (c)十一組隨機模型對紅色三角形測站地表變形水平方位角發生率之玫瑰圖。

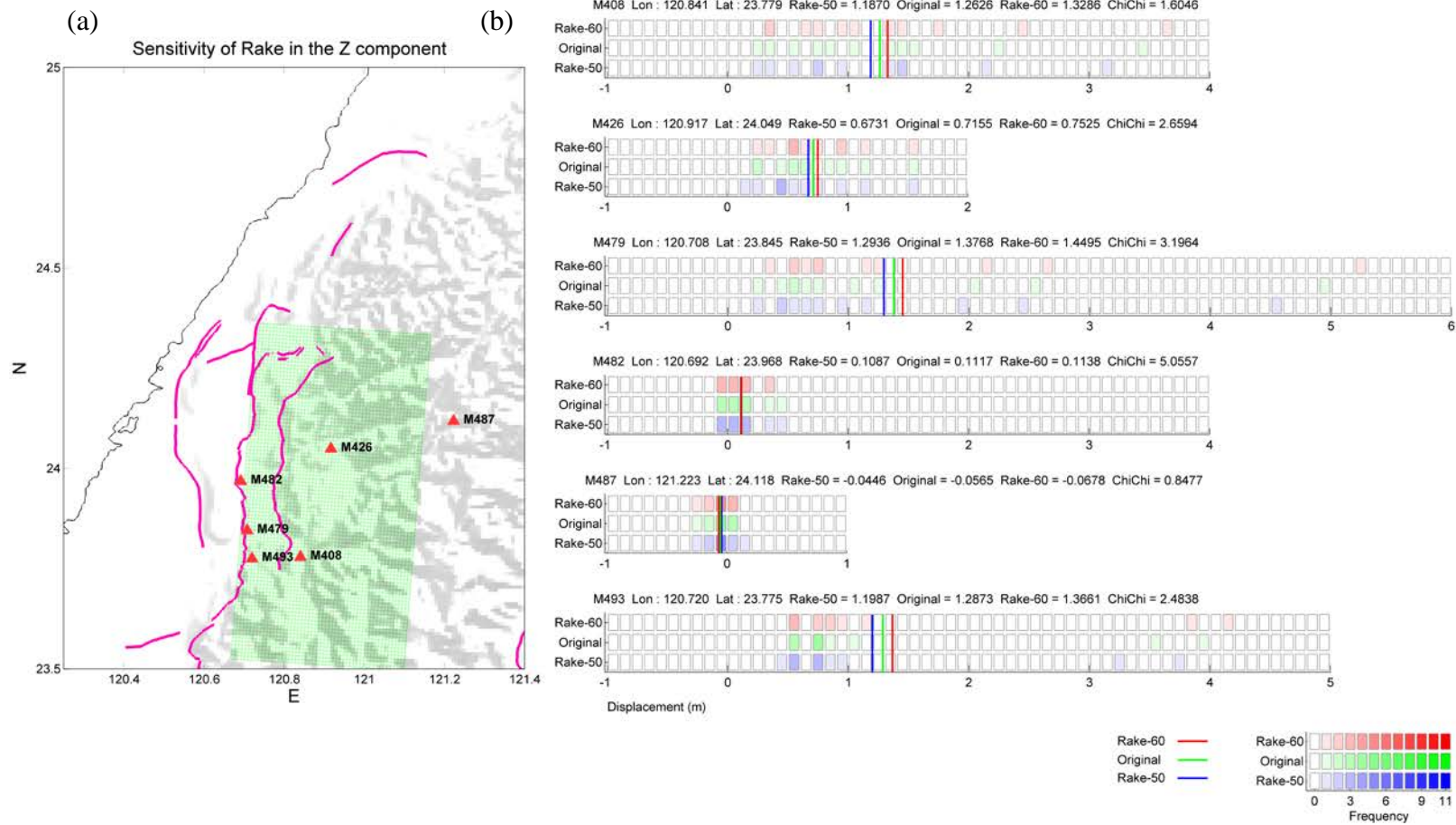


圖 A 30、隨機模型改變震源參數 rake 經過彈性錯位理論算出的垂直向變形量分布圖(a) rake 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(M408、M426、M479、M482、M487、M493)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值。

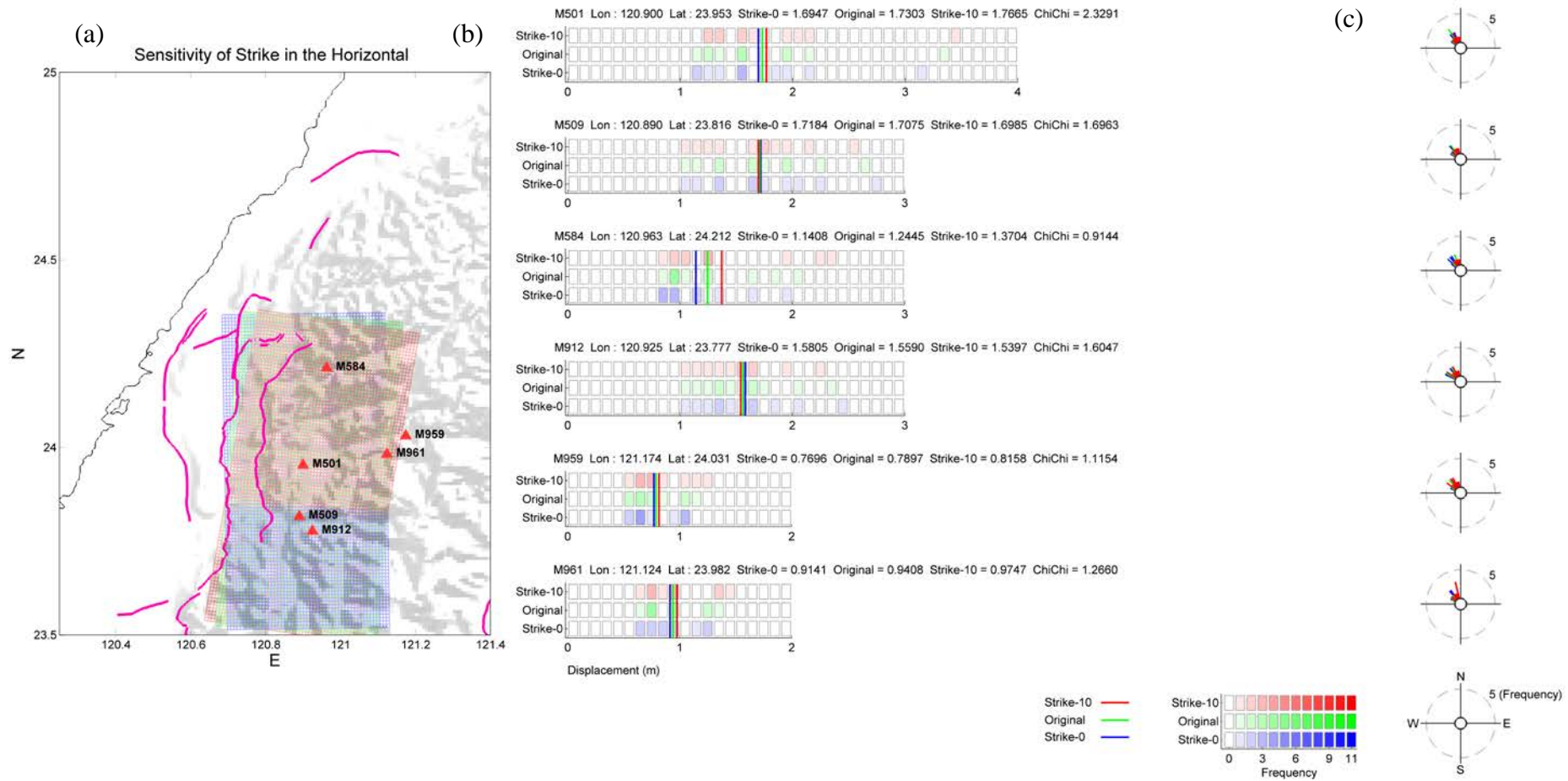


圖 A 31、隨機模型改變震源參數 strike 角度，經過彈性錯位理論算出的水平向地表變形量分布圖(a) strike 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(M501、M509、M584、M912、M959、M961)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值 (c)十一組隨機模型對紅色三角形測站地表變形水平方位角發生率之玫瑰圖。

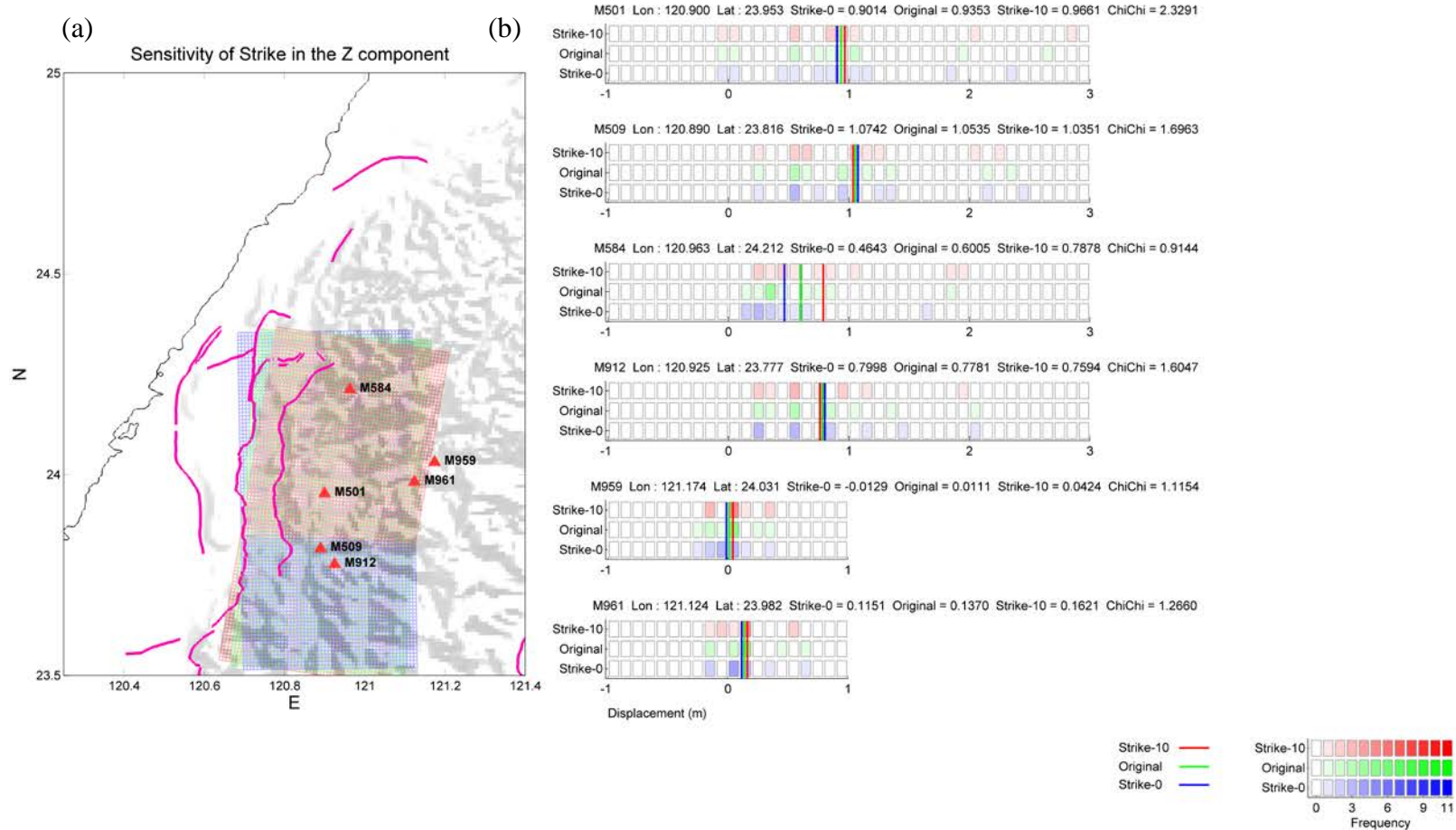


圖 A 32、隨機模型改變震源參數 strike 角度，經過彈性錯位理論算出的垂直向變形量分布圖(a) strike 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(M501、M509、M584、M912、M959、M961)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值。

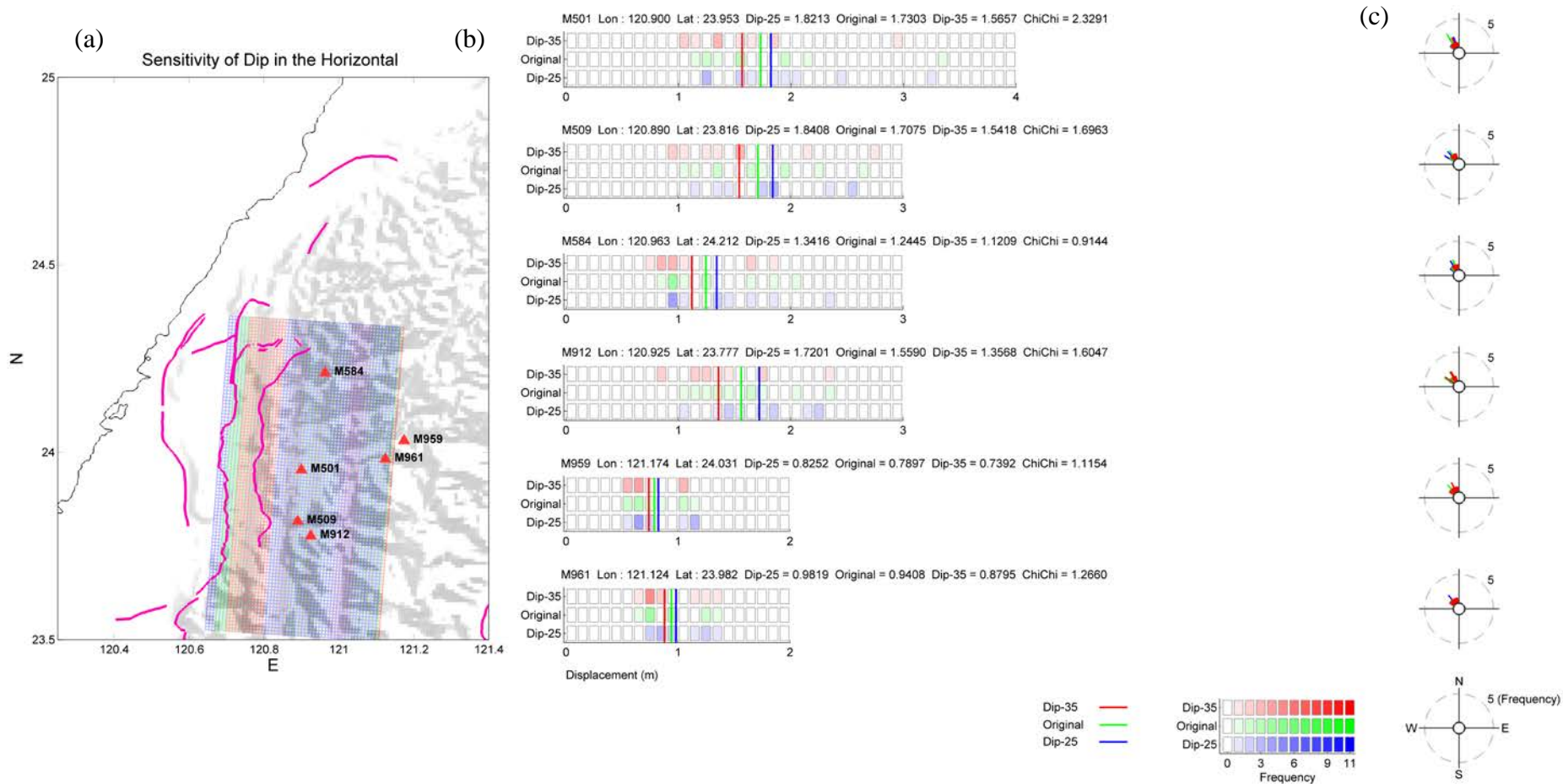


圖 A 33、隨機模型改變震源參數 dip 經過彈性錯位理論算出的水平向變形量分布圖(a) dip 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(M501、M509、M584、M912、M959、M961)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值 (c)十一組隨機模型對紅色三角形測站地表變形水平方位角發生率之玫瑰圖。

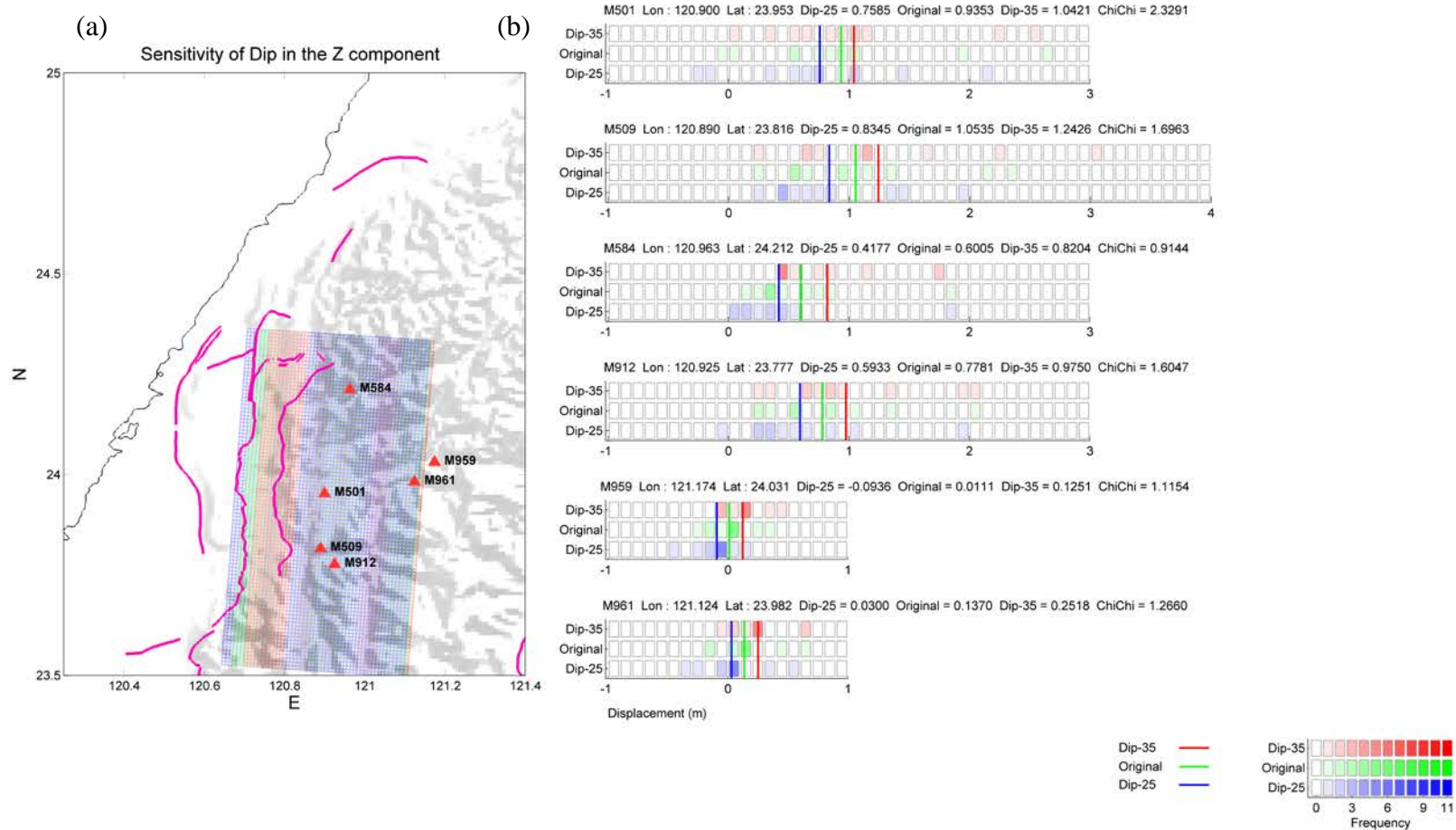


圖 A 34、隨機模型改變震源參數 dip 經過彈性錯位理論算出的垂直向變形量分布圖(a) dip 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(M501、M509、M584、M912、M959、M961)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值。

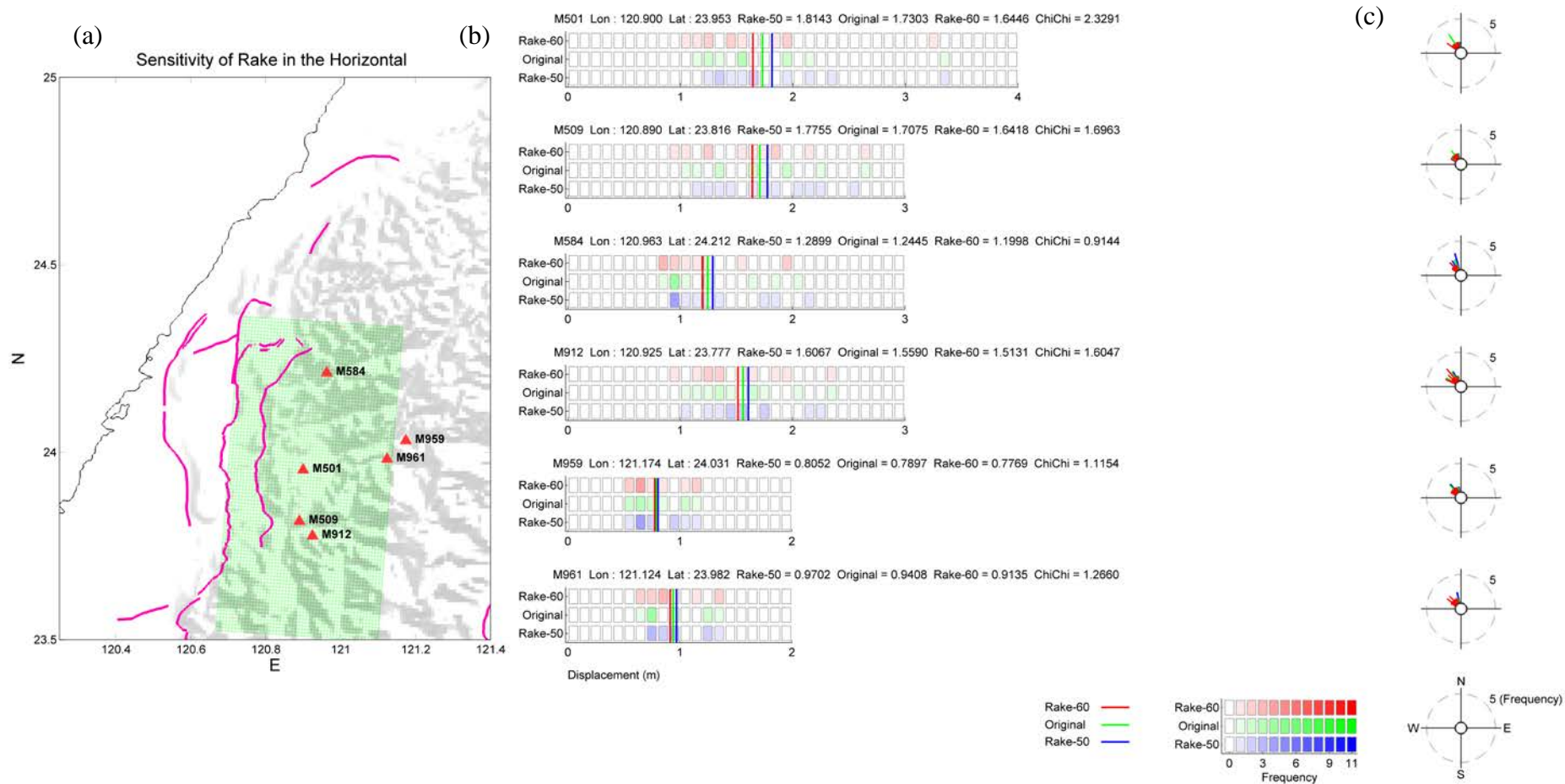


圖 A 35、隨機模型改變震源參數 rake 經過彈性錯位理論算出的水平向變形量分布圖(a) rake 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(M501、M509、M584、M912、M959、M961)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值 (c)十一組隨機模型對紅色三角形測站地表變形水平方位角發生率之玫瑰圖。

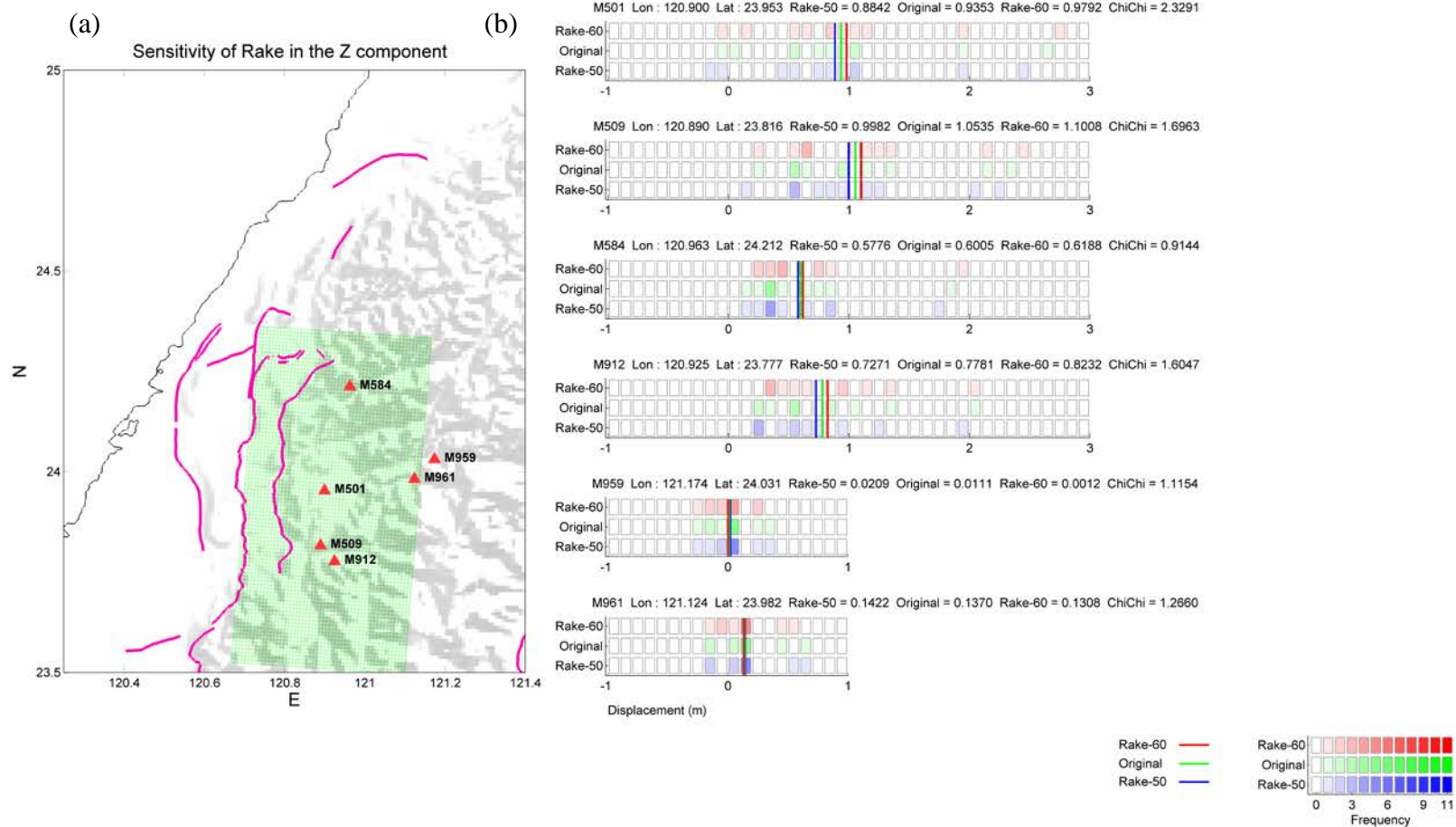


圖 A 36、隨機模型改變震源參數 rake 經過彈性錯位理論算出的垂直向變形量分布圖(a) rake 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(M501、M509、M584、M912、M959、M961)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值。

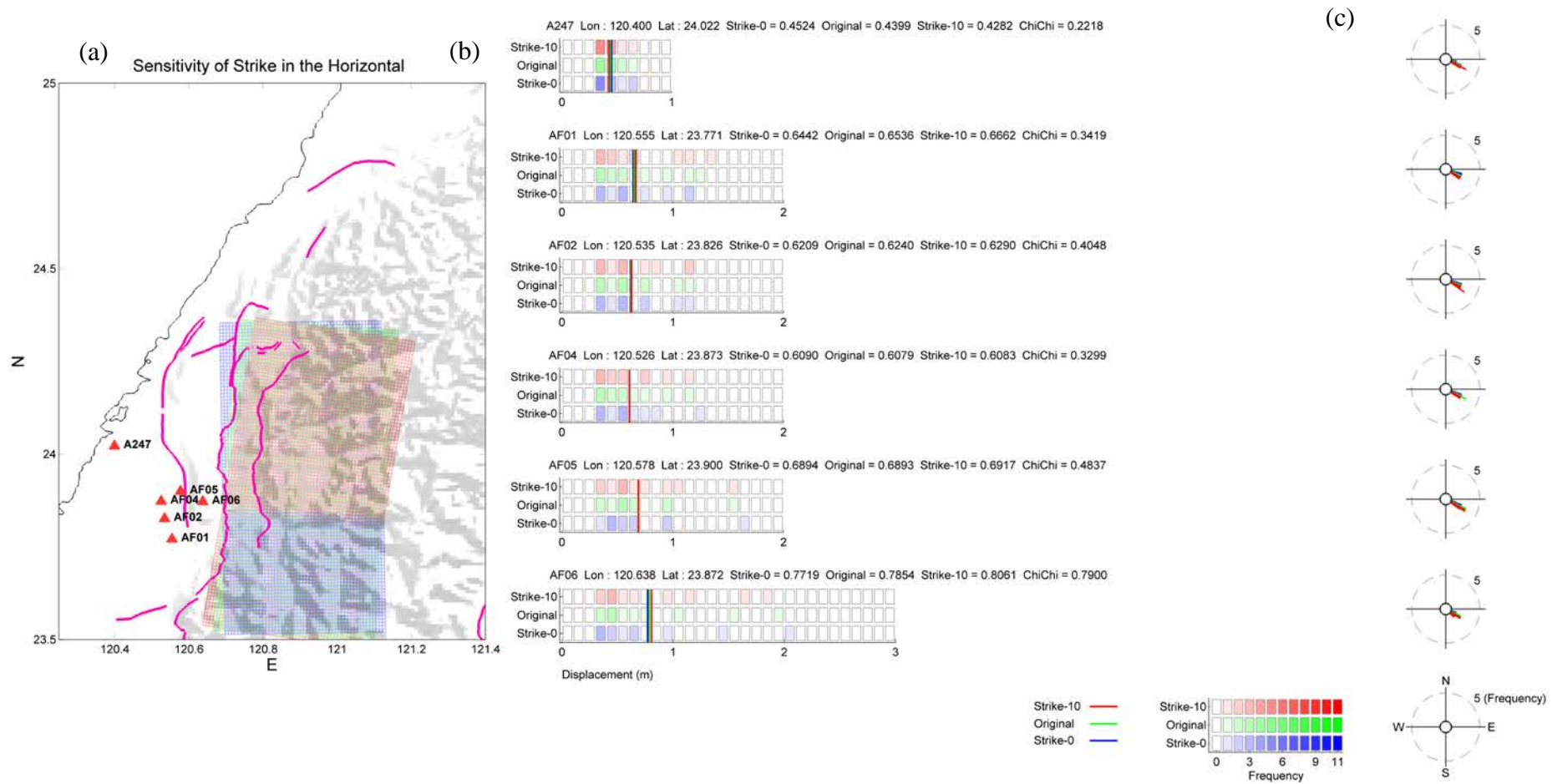


圖 A 37、隨機模型改變震源參數 strike 角度，經過彈性錯位理論算出的水平向地表變形量分布圖(a) strike 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(A247、AF01、AF02、AF04、AF05、AF06)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值 (c)十一組隨機模型對紅色三角形測站地表變形水平方位角發生率之玫瑰圖。

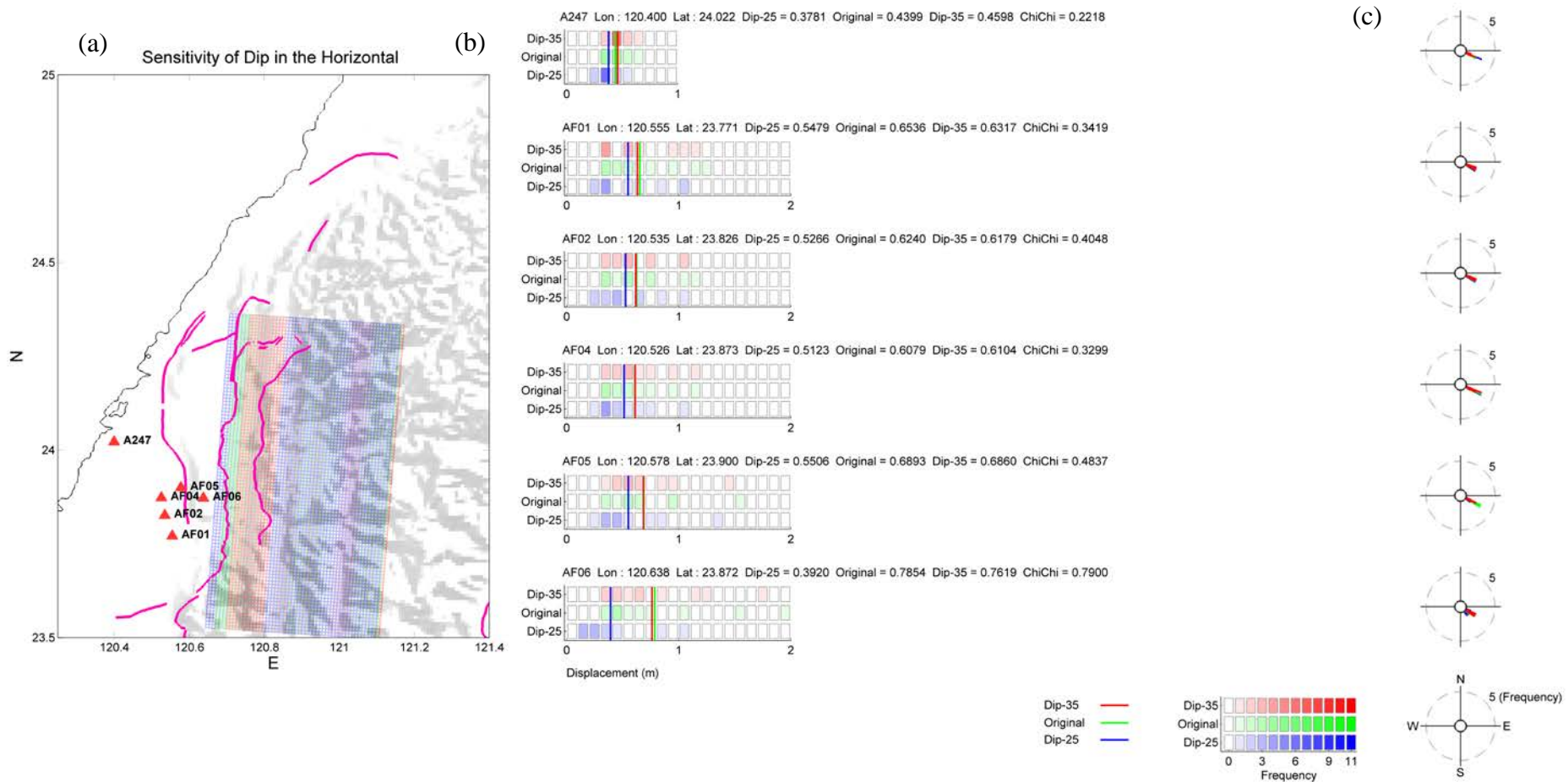


圖 A 39、隨機模型改變震源參數 dip 經過彈性錯位理論算出的水平向變形量分布圖(a) dip 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(A247、AF01、AF02、AF04、AF05、AF06)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值 (c)十一組隨機模型對紅色三角形測站地表變形水平方位角發生率之玫瑰圖。

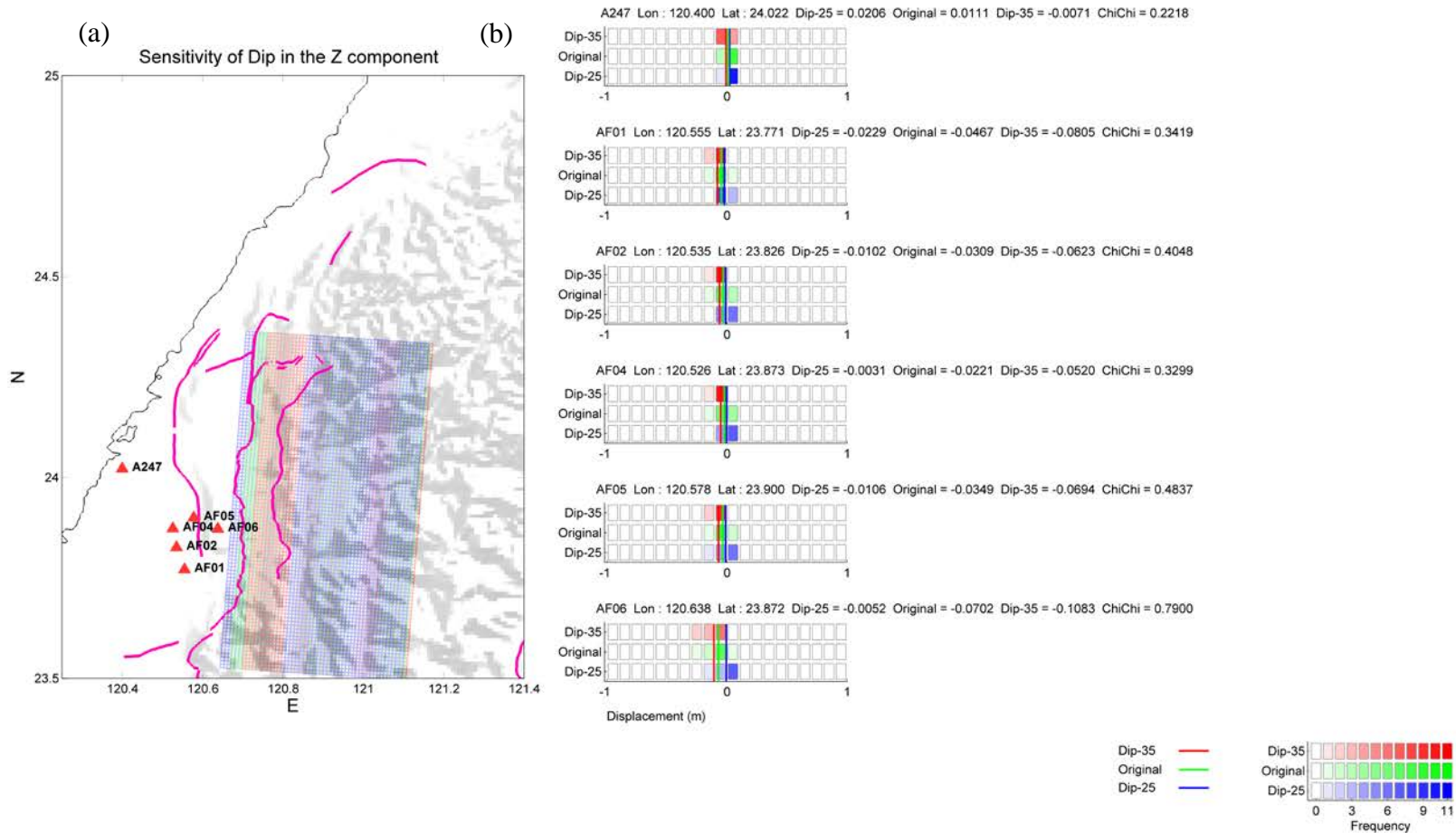


圖 A 40、隨機模型改變震源參數 dip 經過彈性錯位理論算出的垂直向變形量分布圖(a) dip 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(A247、AF01、AF02、AF04、AF05、AF06)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值。

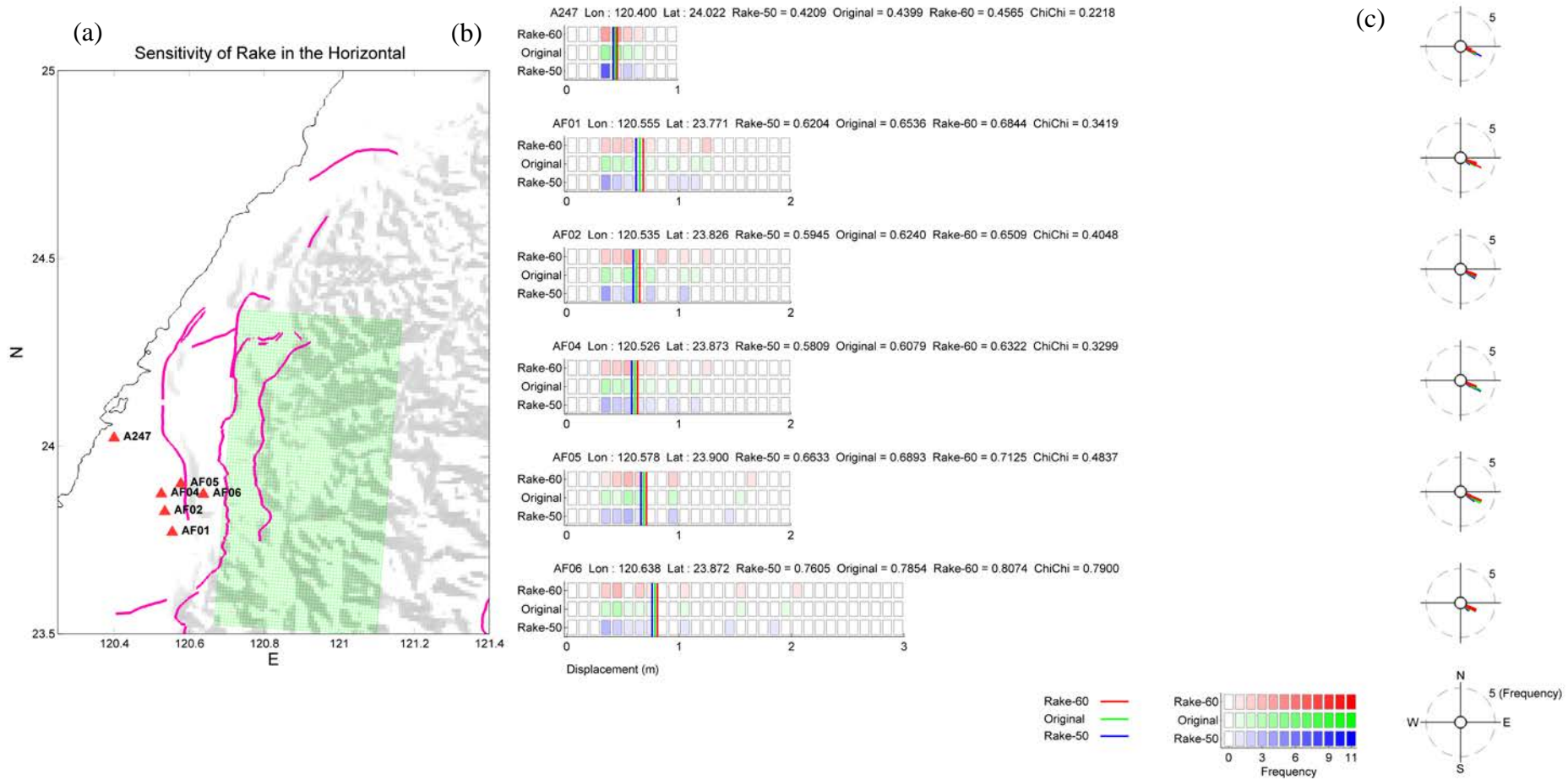


圖 A 41、隨機模型改變震源參數 rake 經過彈性錯位理論算出的水平向變形量分布圖(a) rake 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(A247、AF01、AF02、AF04、AF05、AF06)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值 (c)十一組隨機模型對紅色三角形測站地表變形水平方位角發生率之玫瑰圖。

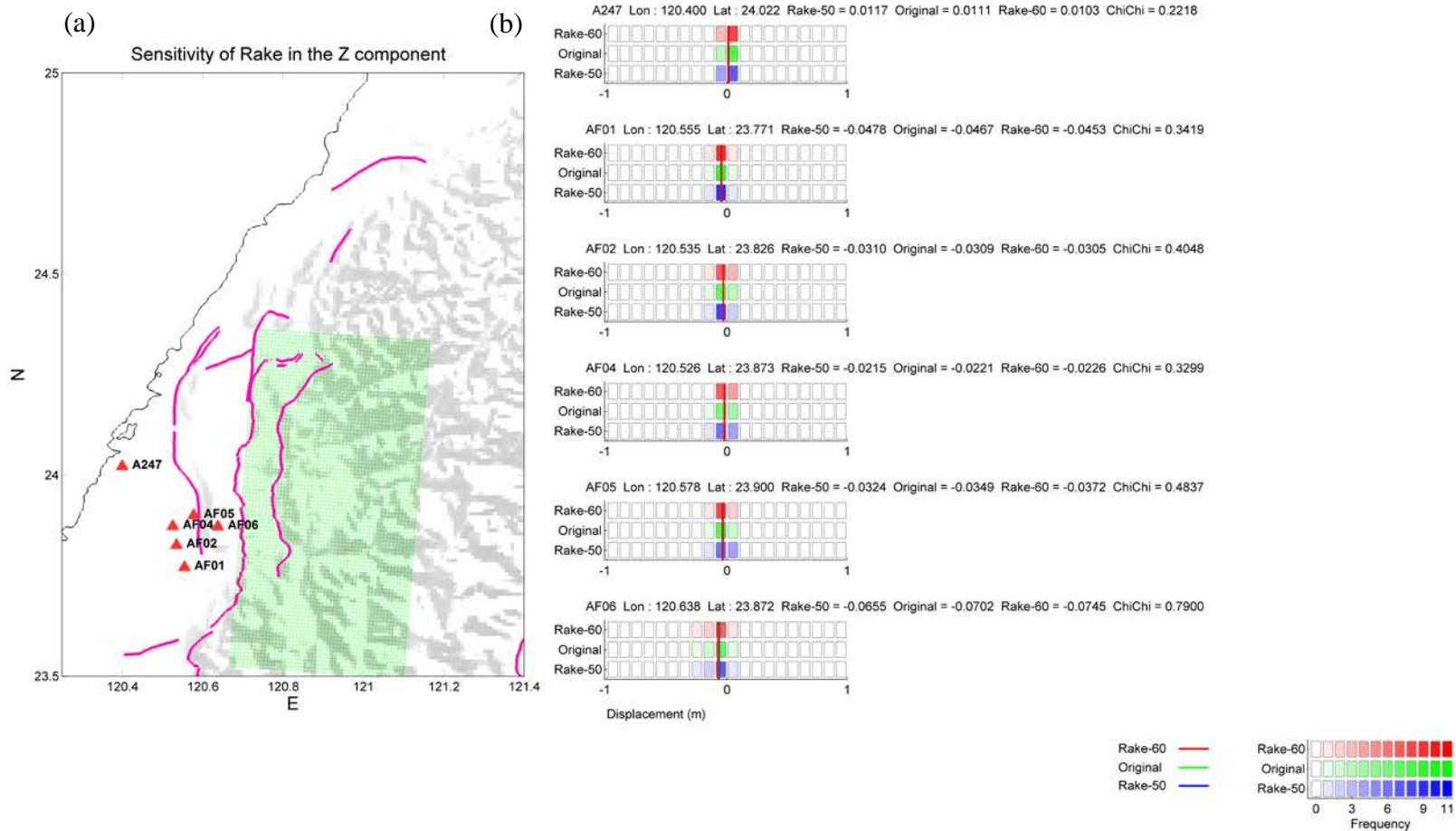


圖 A 42、隨機模型改變震源參數 rake 經過彈性錯位理論算出的垂直向變形量分布圖(a) rake 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(A247、AF01、AF02、AF04、AF05、AF06)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值。

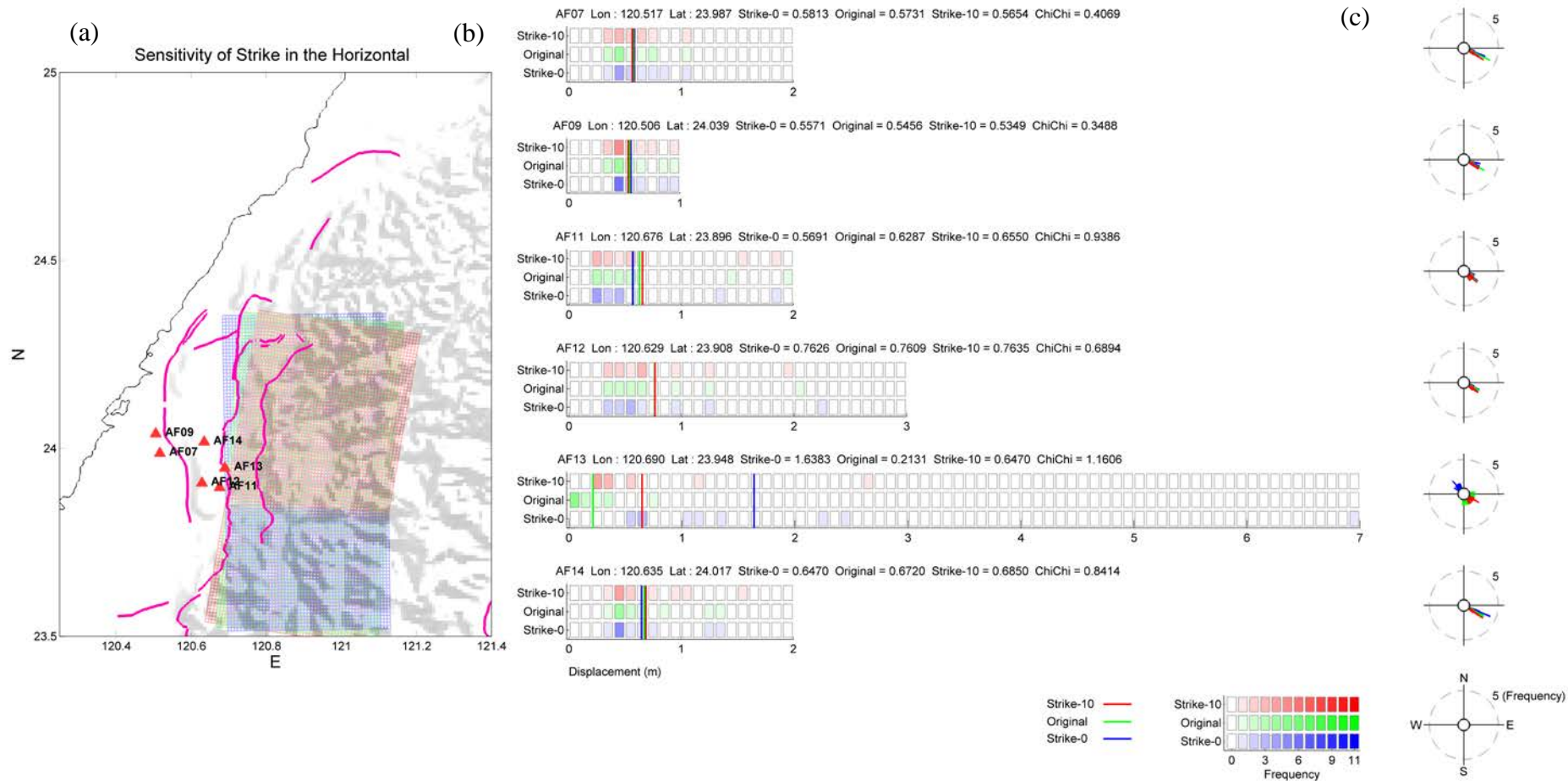


圖 A 43、隨機模型改變震源參數 strike 角度，經過彈性錯位理論算出的水平向地表變形量分布圖(a) strike 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(AF07、AF09、AF11、AF12、AF13、AF14)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值 (c)十一組隨機模型對紅色三角形測站地表變形水平方位角發生率之玫瑰圖。

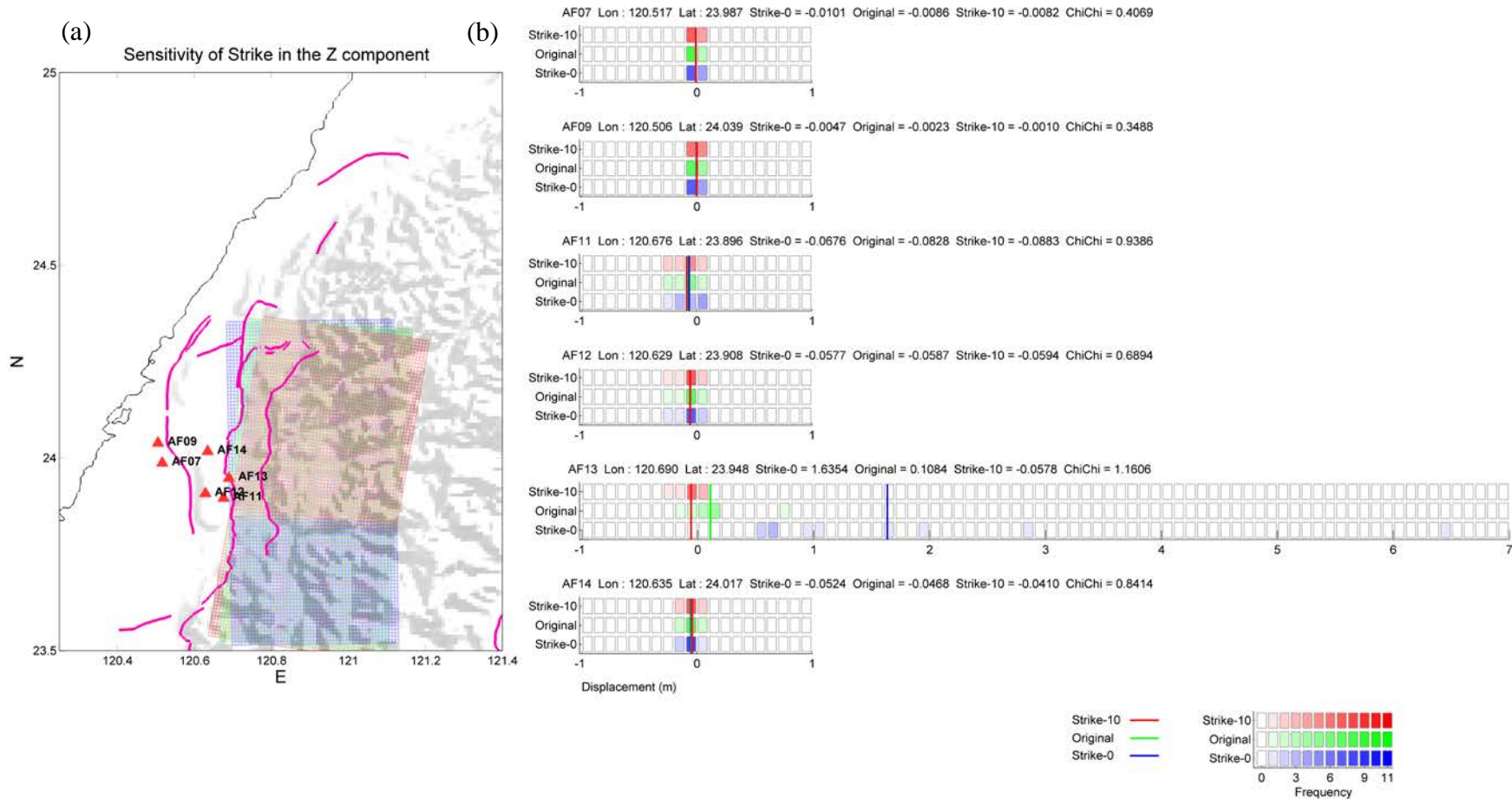


圖 A 44、隨機模型改變震源參數 strike 角度，經過彈性錯位理論算出的垂直向變形量分布圖(a) strike 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(AF07、AF09、AF11、AF12、AF13、AF14)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值。

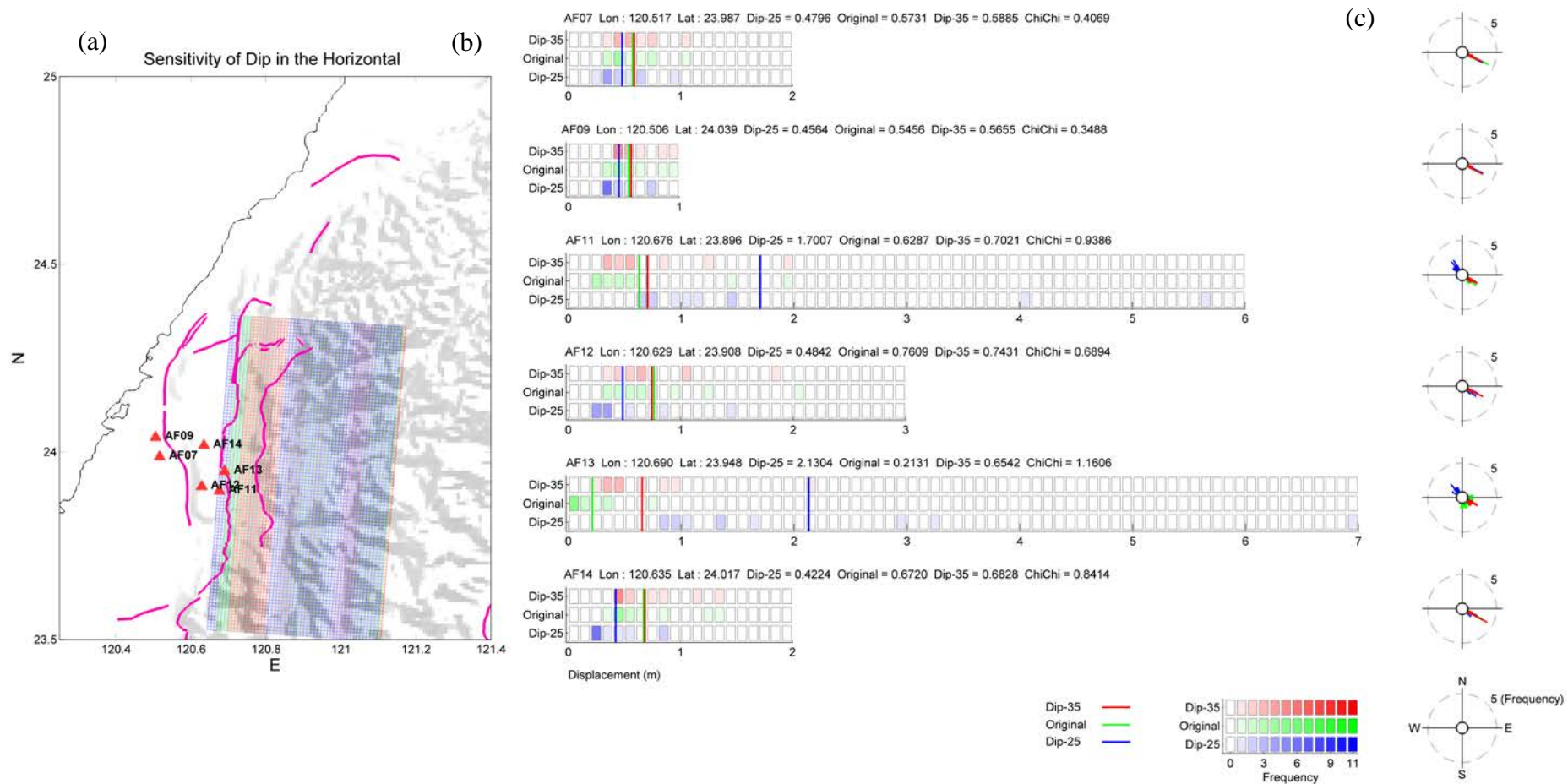


圖 A 45、隨機模型改變震源參數 dip 經過彈性錯位理論算出的水平向變形量分布圖(a) dip 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(AF07、AF09、AF11、AF12、AF13、AF14)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值 (c)十一組隨機模型對紅色三角形測站地表變形水平方位角發生率之玫瑰圖。

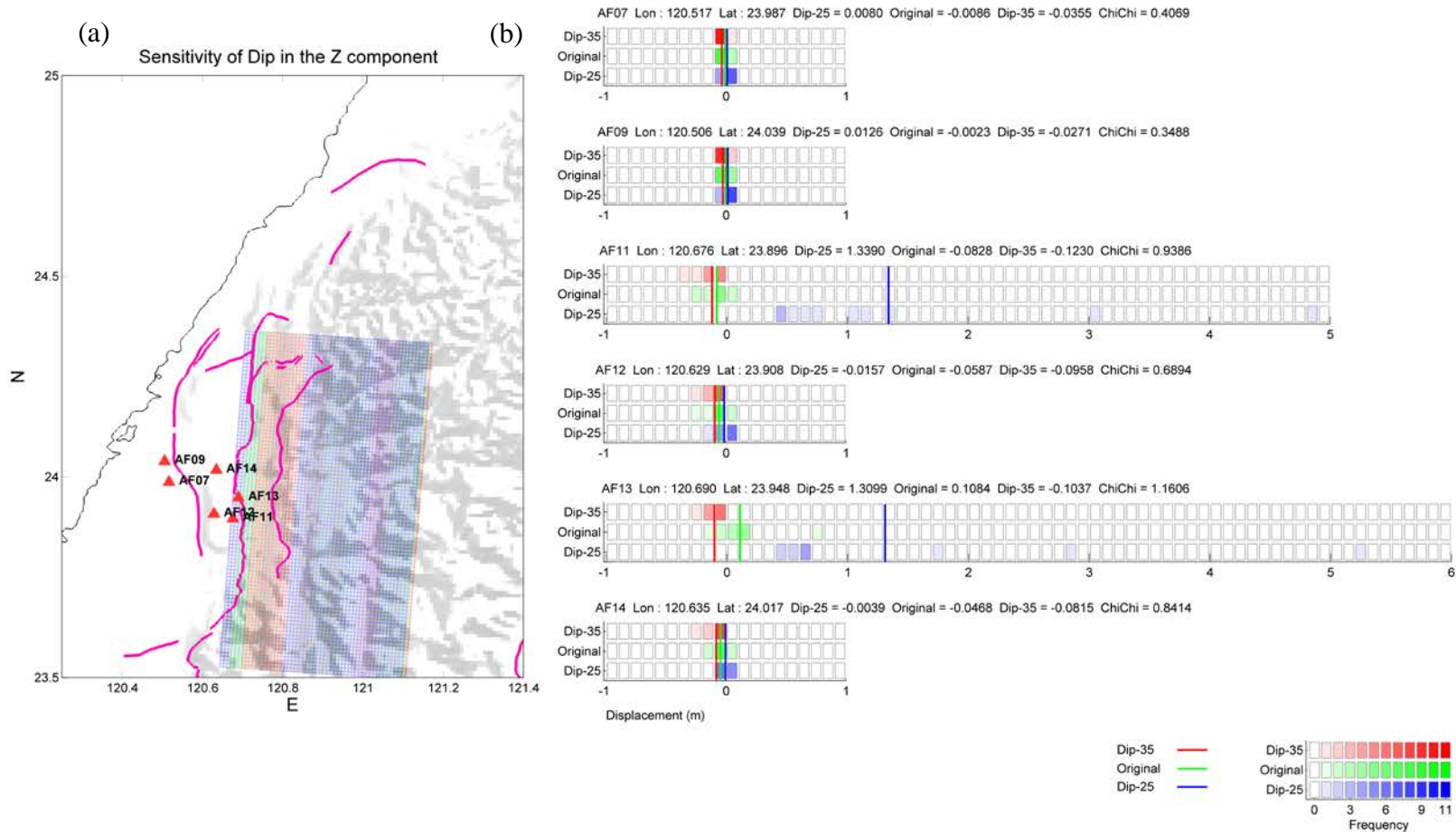


圖 A 46、隨機模型改變震源參數 dip 經過彈性錯位理論算出的垂直向變形量分布圖(a) dip 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(AF07、AF09、AF11、AF12、AF13、AF14)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值。

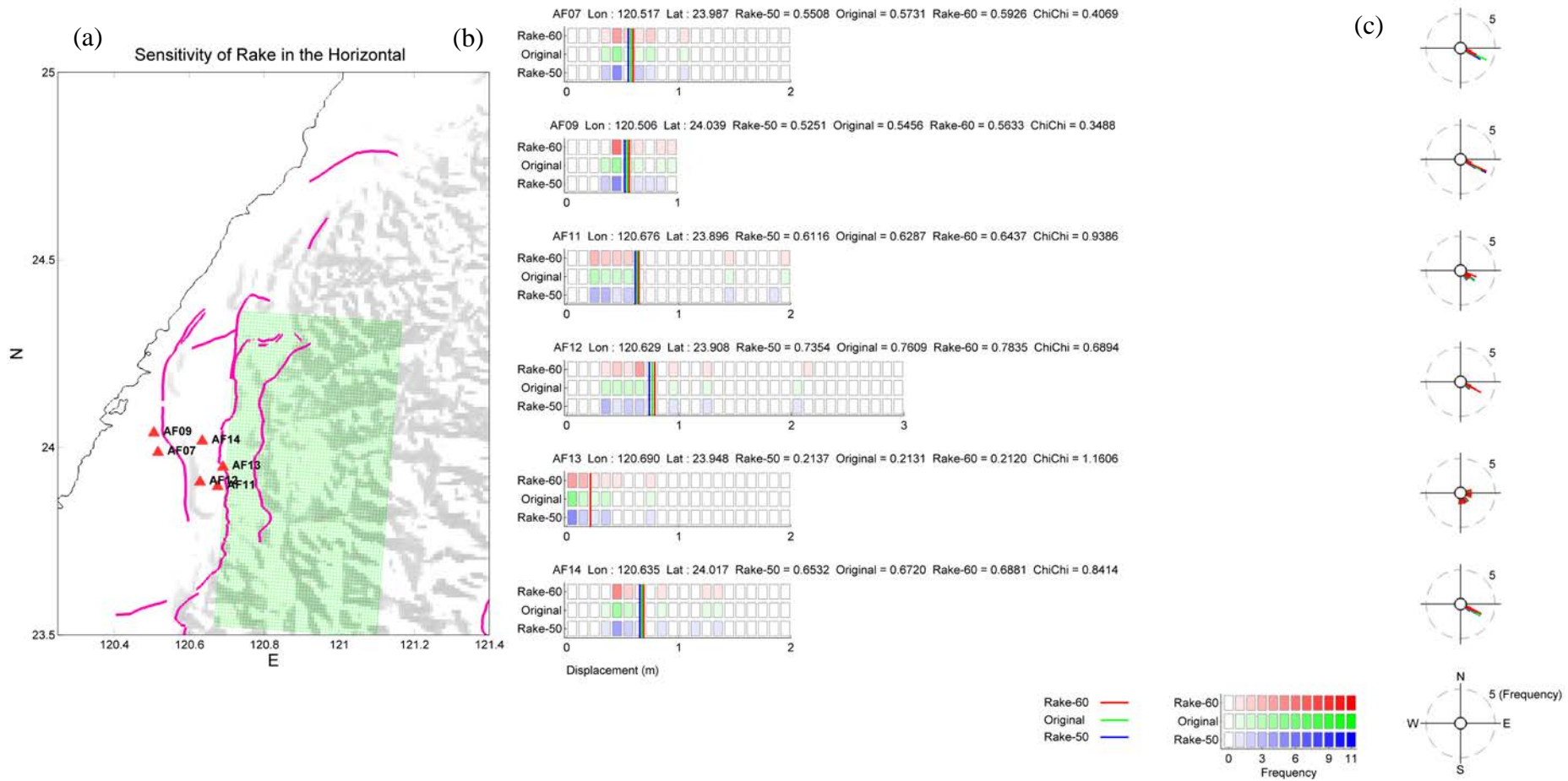


圖 A 47、隨機模型改變震源參數 rake 經過彈性錯位理論算出的水平向變形量分布圖(a) rake 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(AF07、AF09、AF11、AF12、AF13、AF14)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值 (c)十一組隨機模型對紅色三角形測站地表變形水平方位角發生率之玫瑰圖。

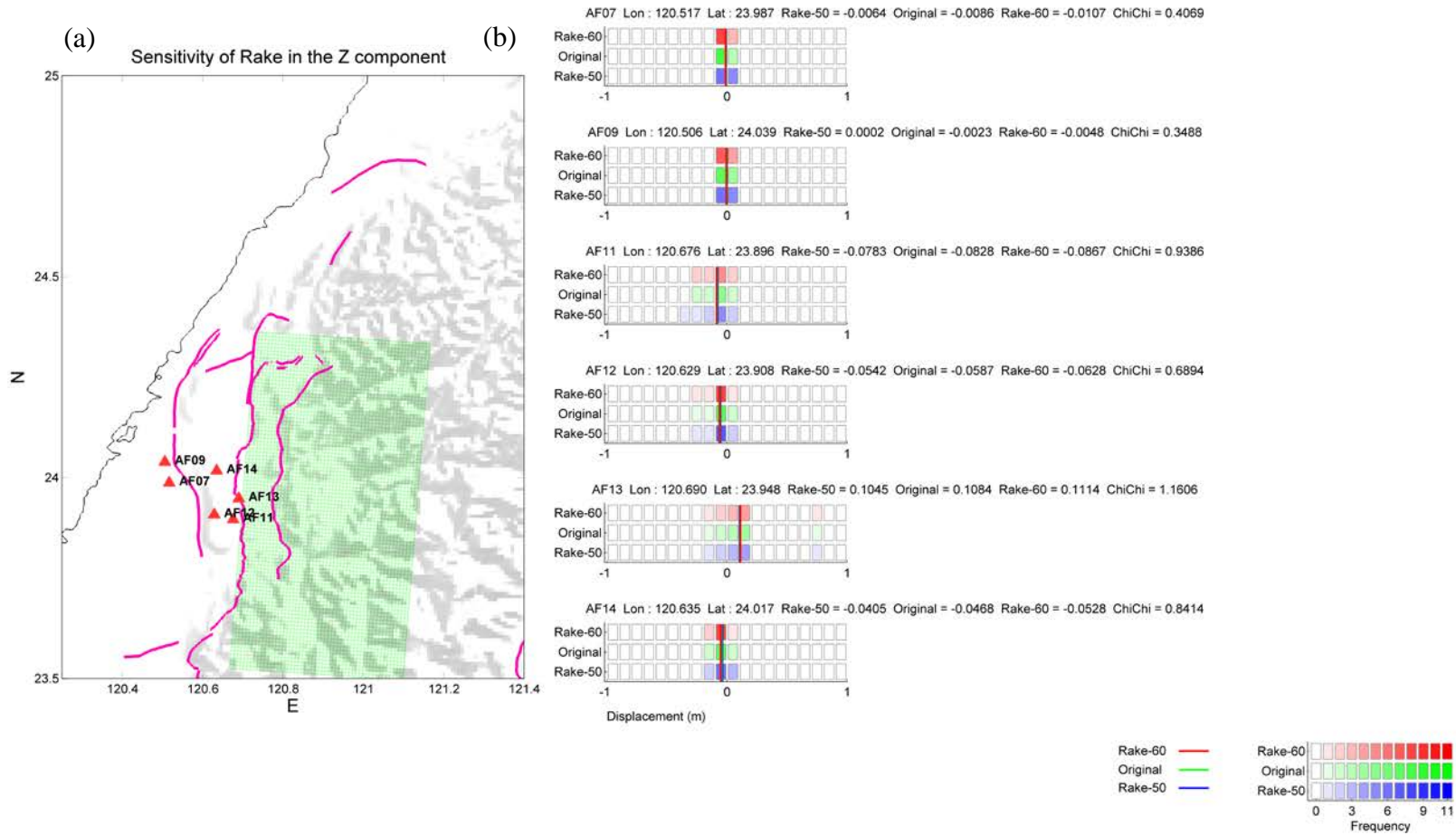


圖 A 48、隨機模型改變震源參數 rake 經過彈性錯位理論算出的垂直向變形量分布圖(a) rake 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(AF07、AF09、AF11、AF12、AF13、AF14)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值。

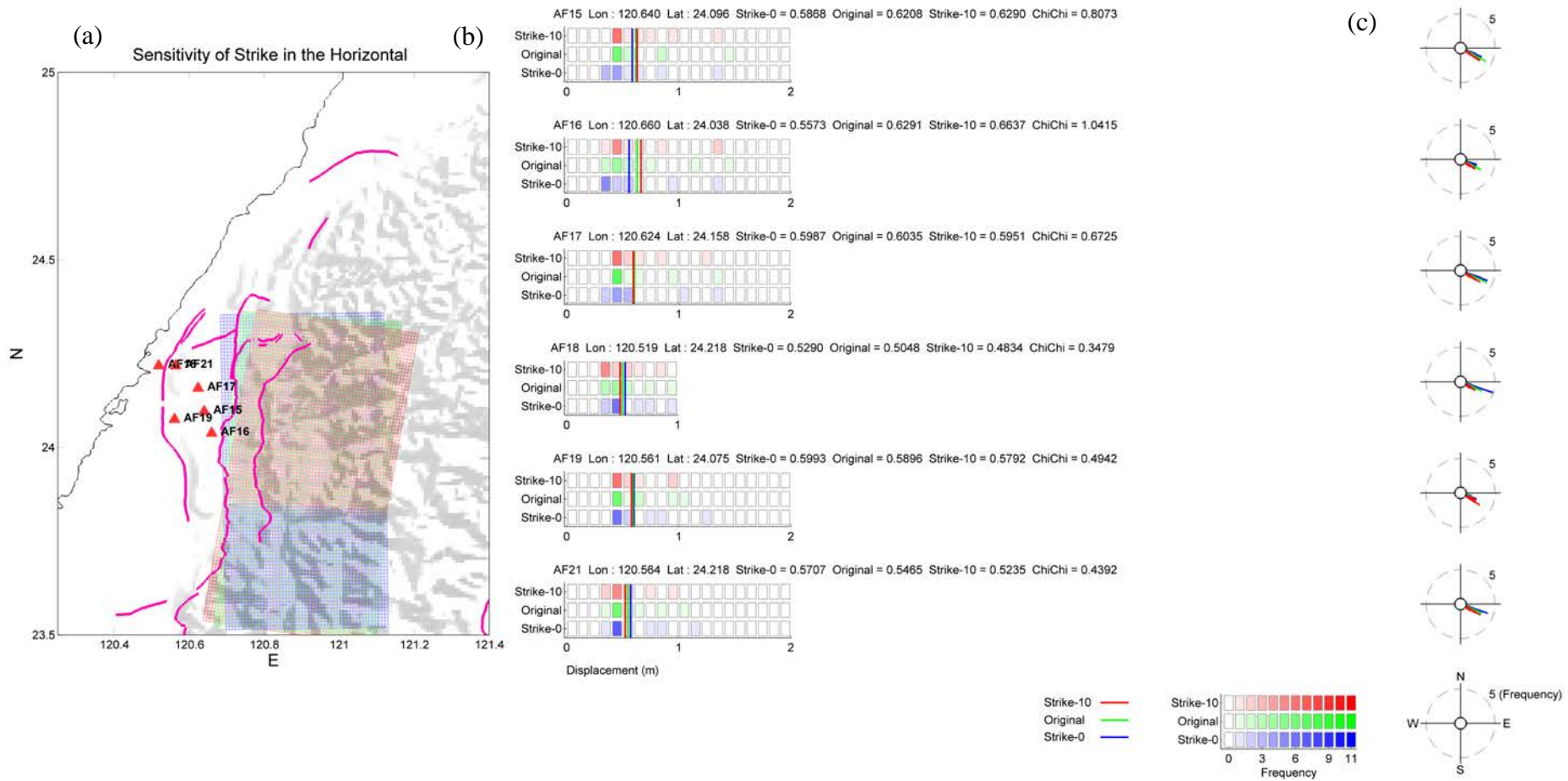


圖 A 49、隨機模型改變震源參數 strike 角度，經過彈性錯位理論算出的水平向地表變形量分布圖(a) strike 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(AF15、AF16、AF17、AF18、AF19、AF21)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值 (c)十一組隨機模型對紅色三角形測站地表變形水平方位角發生率之玫瑰圖。

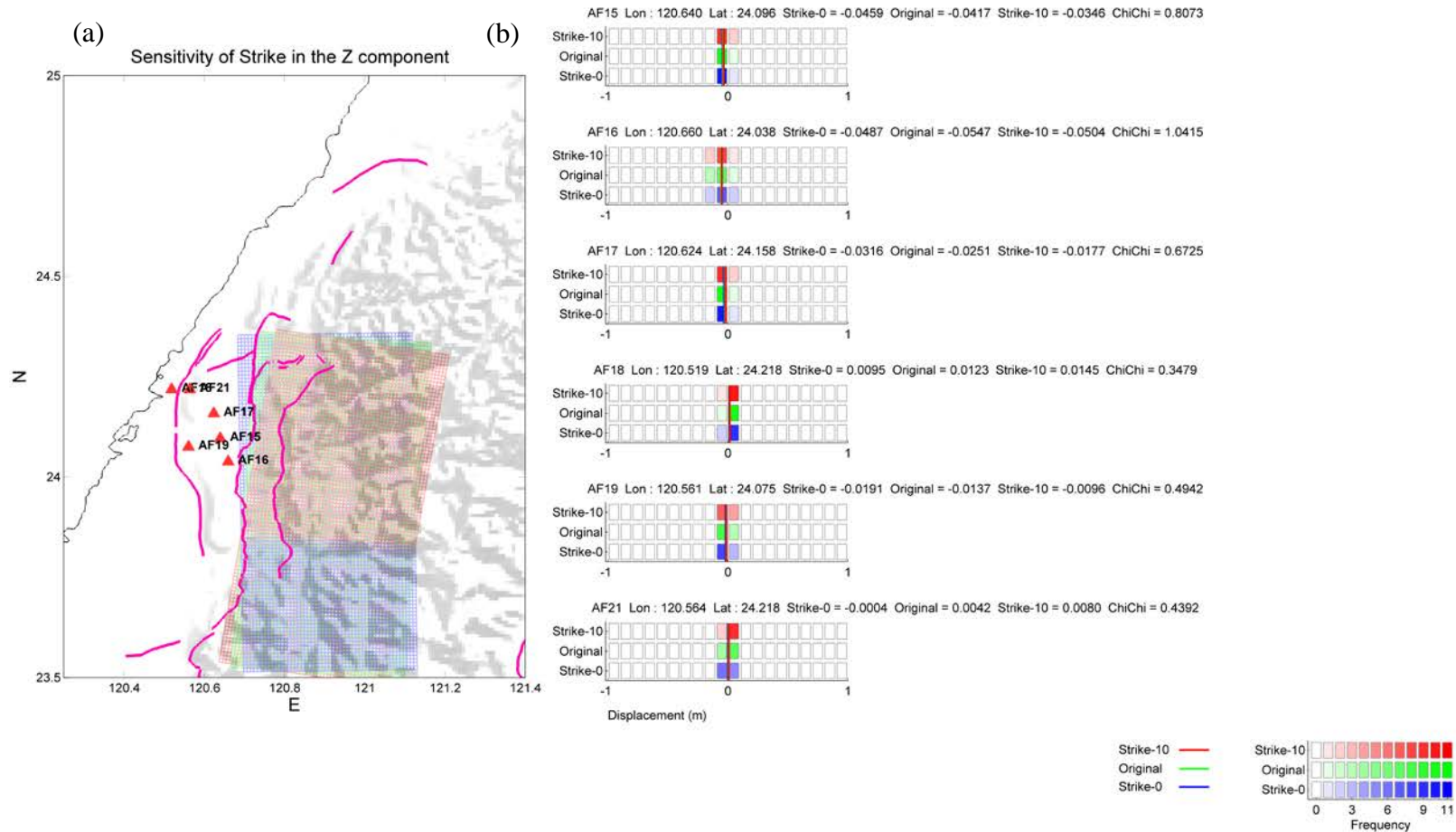


圖 A 50、隨機模型改變震源參數 strike 角度，經過彈性錯位理論算出的垂直向變形量分布圖(a) strike 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(AF15、AF16、AF17、AF18、AF19、AF21)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值。

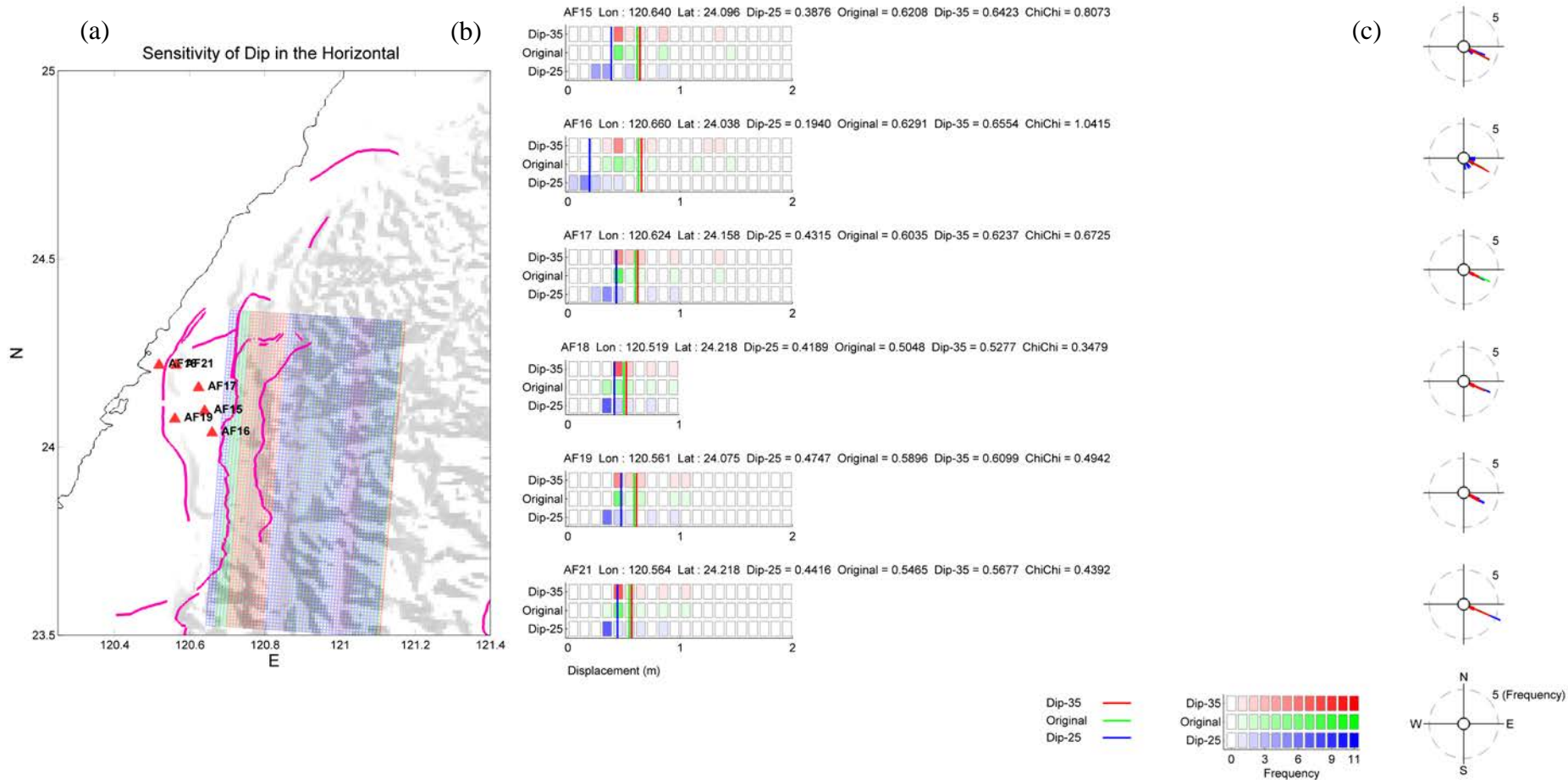


圖 A 51、隨機模型改變震源參數 dip 經過彈性錯位理論算出的水平向變形量分布圖(a) dip 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(AF15、AF16、AF17、AF18、AF19、AF21)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值 (c)十一組隨機模型對紅色三角形測站地表變形水平方位角發生率之玫瑰圖。

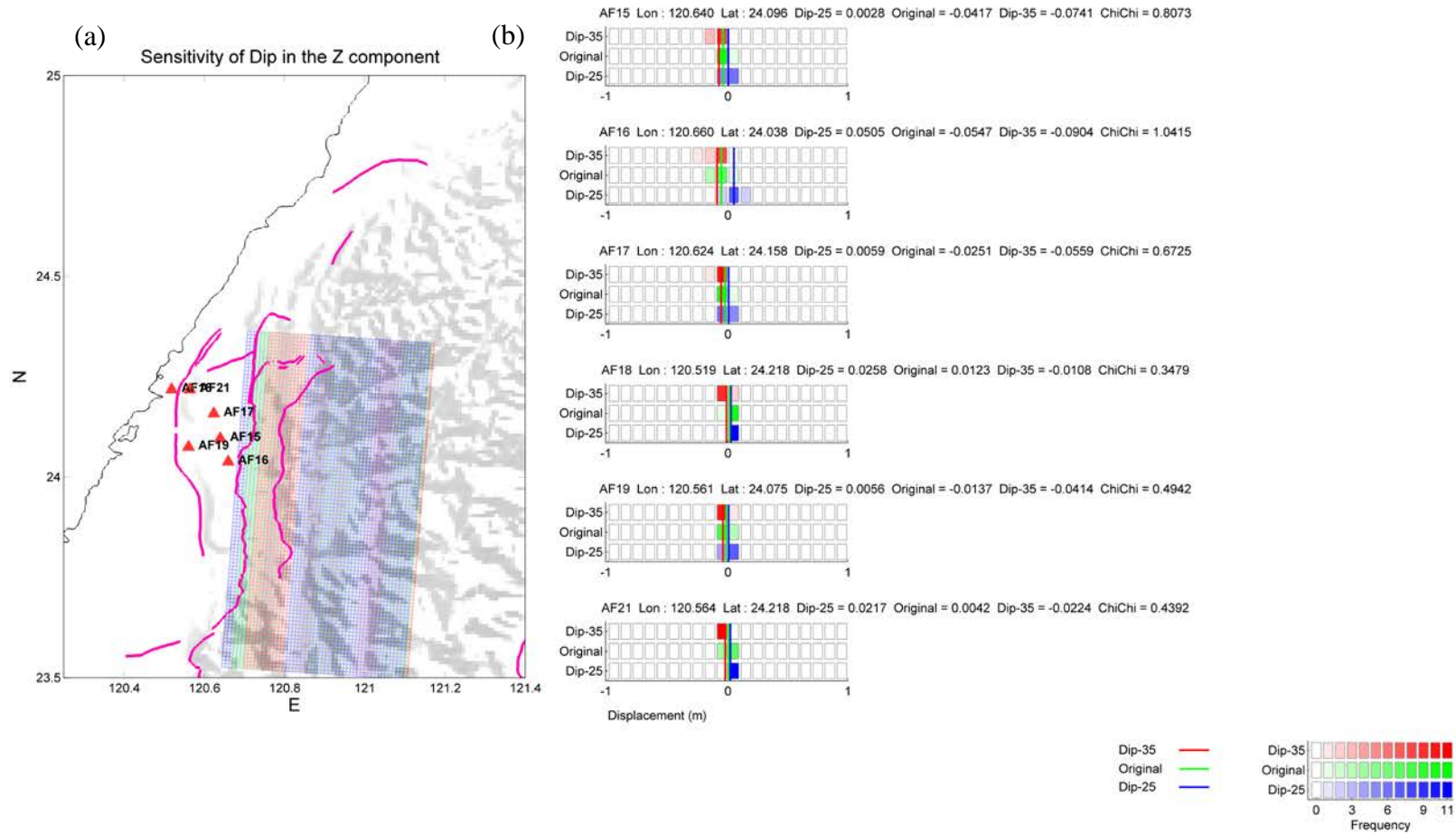


圖 A 52、隨機模型改變震源參數 dip 經過彈性錯位理論算出的垂直向變形量分布圖(a) dip 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(AF15、AF16、AF17、AF18、AF19、AF21)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值。

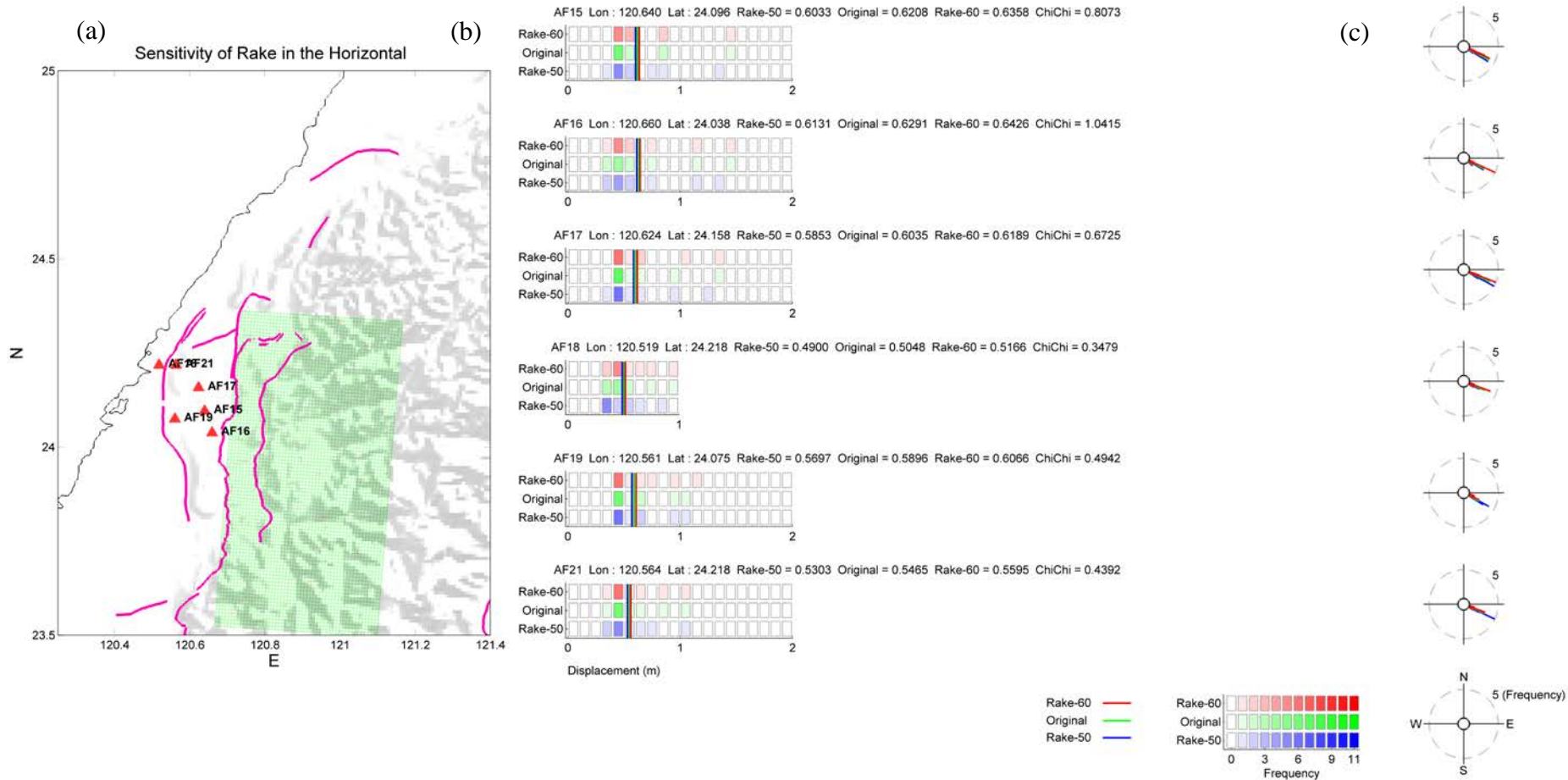


圖 A 53、隨機模型改變震源參數 rake 經過彈性錯位理論算出的水平向變形量分布圖(a) rake 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(AF15、AF16、AF17、AF18、AF19、AF21)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值 (c)十一組隨機模型對紅色三角形測站地表變形水平方位角發生率之玫瑰圖。

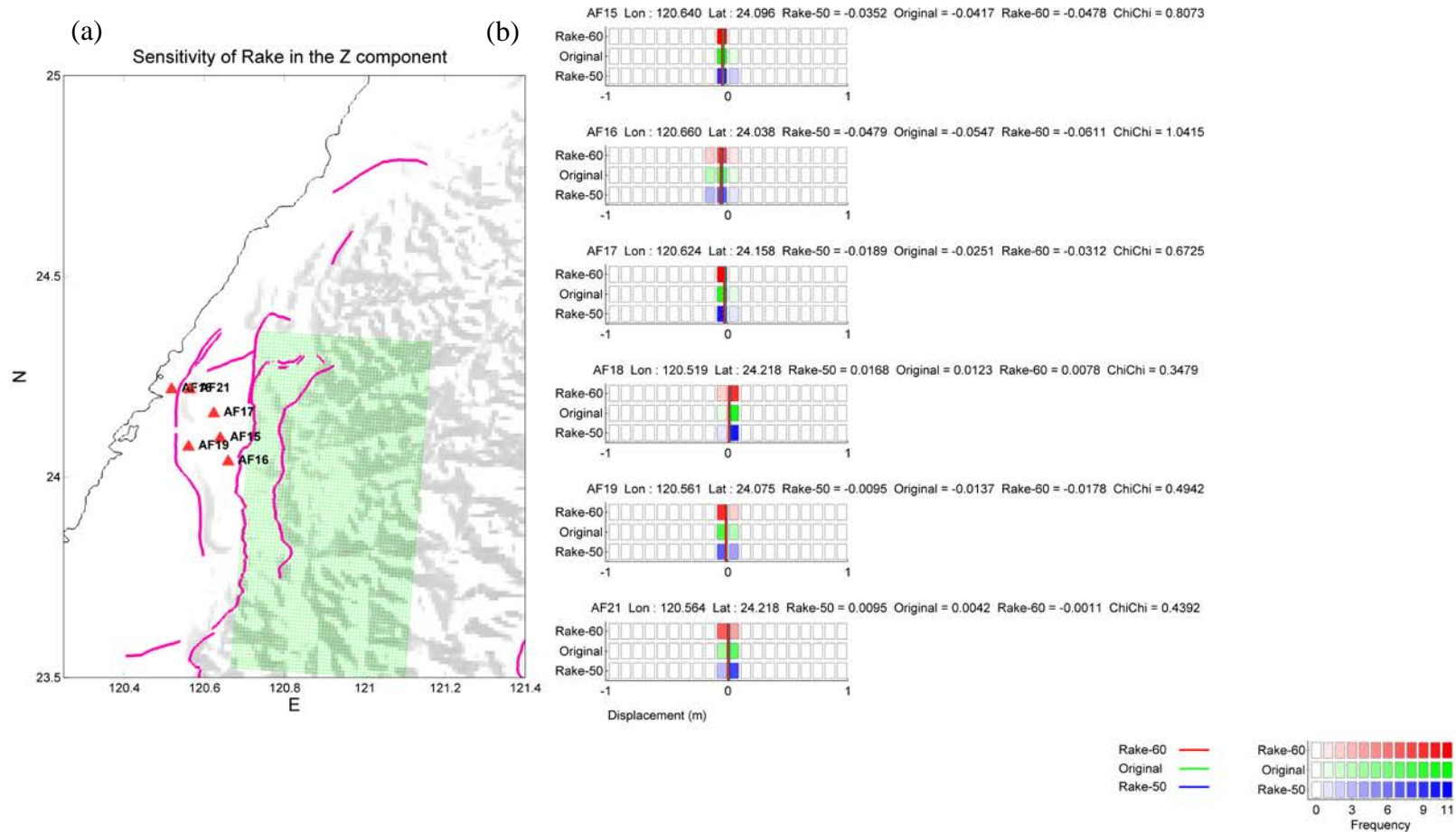


圖 A 54、隨機模型改變震源參數 rake 經過彈性錯位理論算出的垂直向變形量分布圖(a) rake 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(AF15、AF16、AF17、AF18、AF19、AF21)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值。

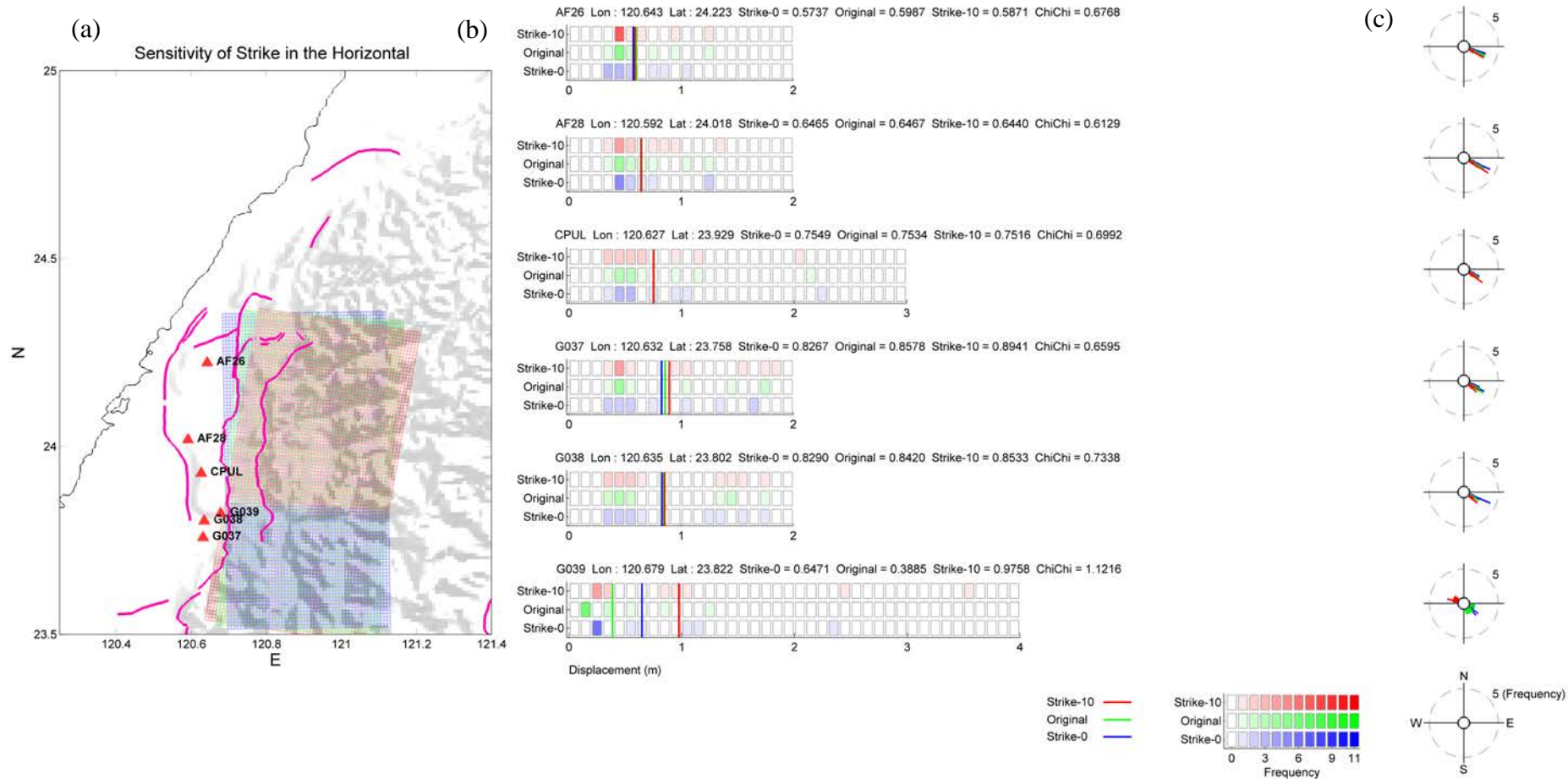


圖 A 55、隨機模型改變震源參數 strike 角度，經過彈性錯位理論算出的水平向地表變形量分布圖(a) strike 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(AF26、AF28、CPUL、G037、G038、G039)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值 (c)十一組隨機模型對紅色三角形測站地表變形水平方位角發生率之玫瑰圖。

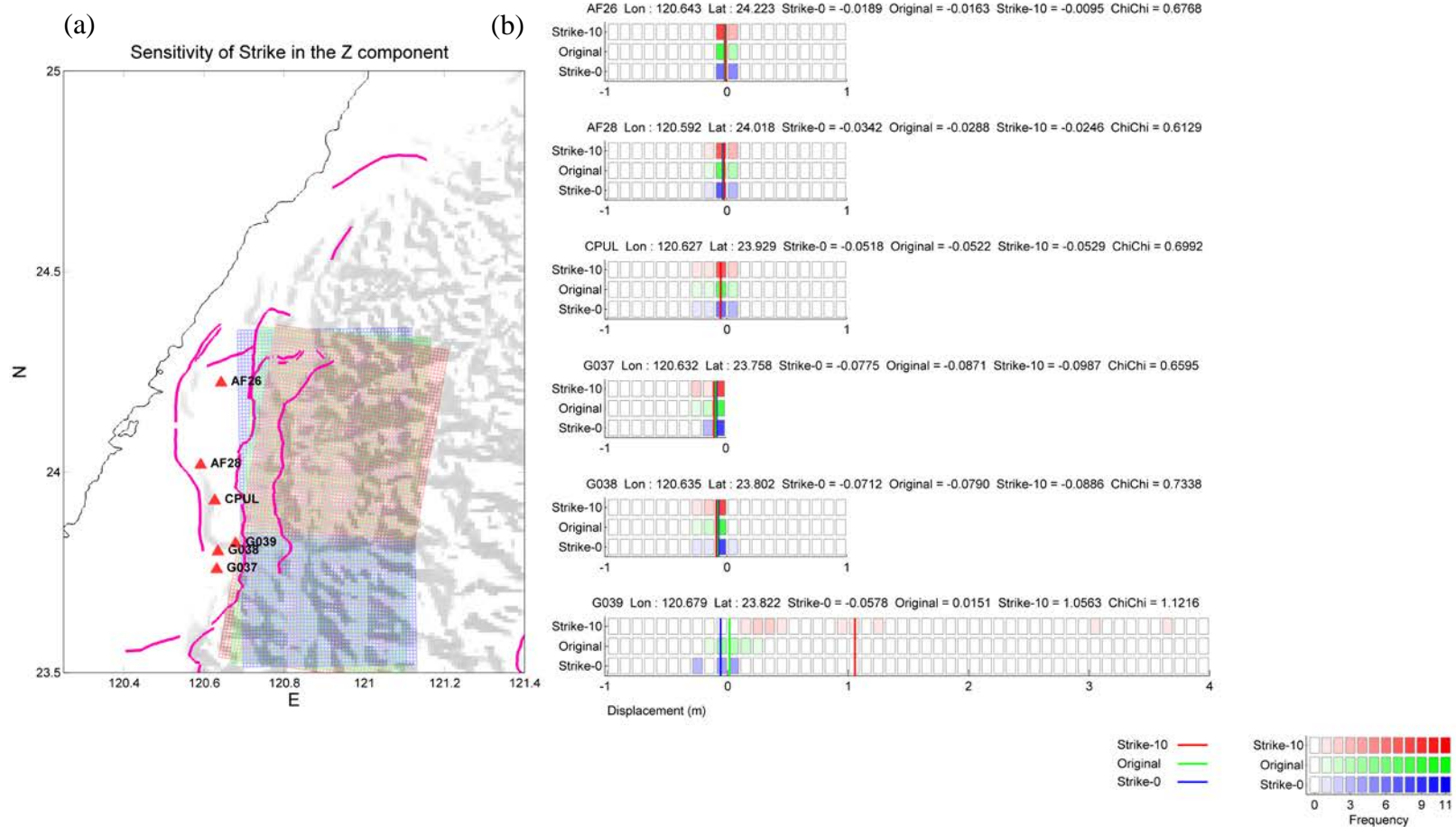


圖 A 56、隨機模型改變震源參數 strike 角度，經過彈性錯位理論算出的垂直向變形量分布圖(a) strike 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(AF26、AF28、CPUL、G037、G038、G039)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值。

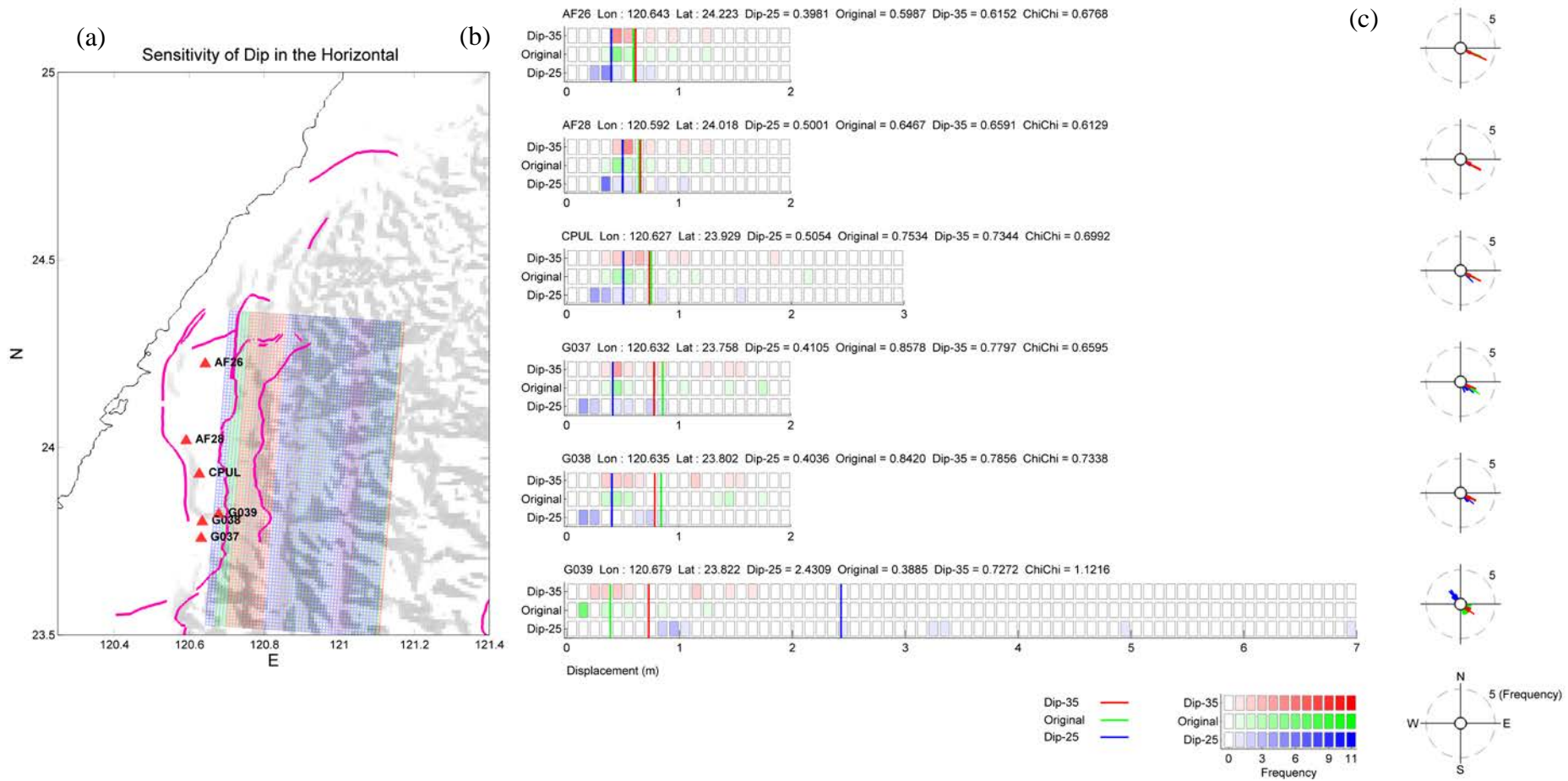


圖 A 57、隨機模型改變震源參數 dip 經過彈性錯位理論算出的水平向變形量分布圖(a) dip 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(AF26、AF28、CPUL、G037、G038、G039)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值 (c)十一組隨機模型對紅色三角形測站地表變形水平方位角發生率之玫瑰圖。

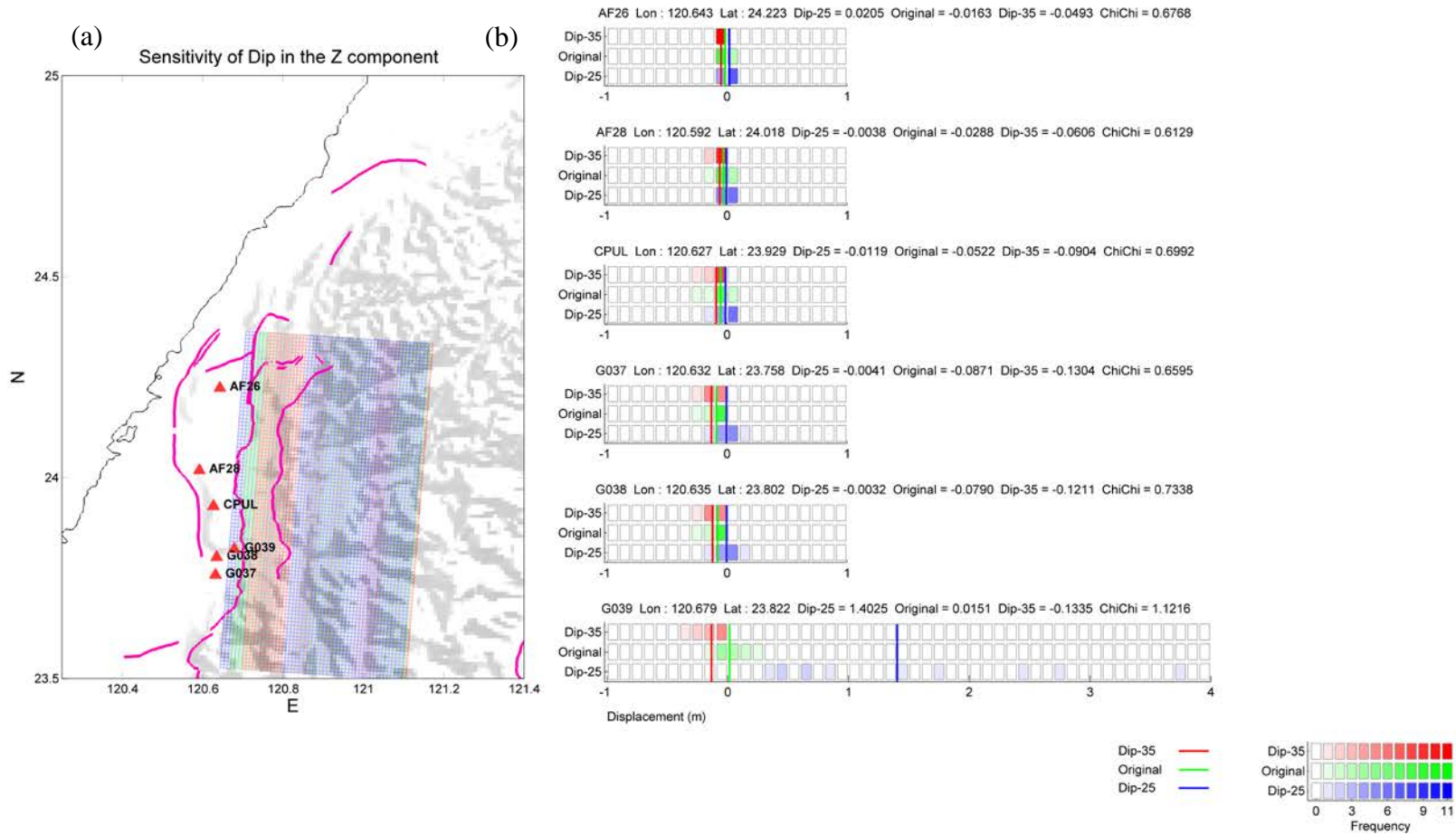


圖 A 58、隨機模型改變震源參數 dip 經過彈性錯位理論算出的垂直向變形量分布圖(a) dip 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(AF26、AF28、CPUL、G037、G038、G039)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值。

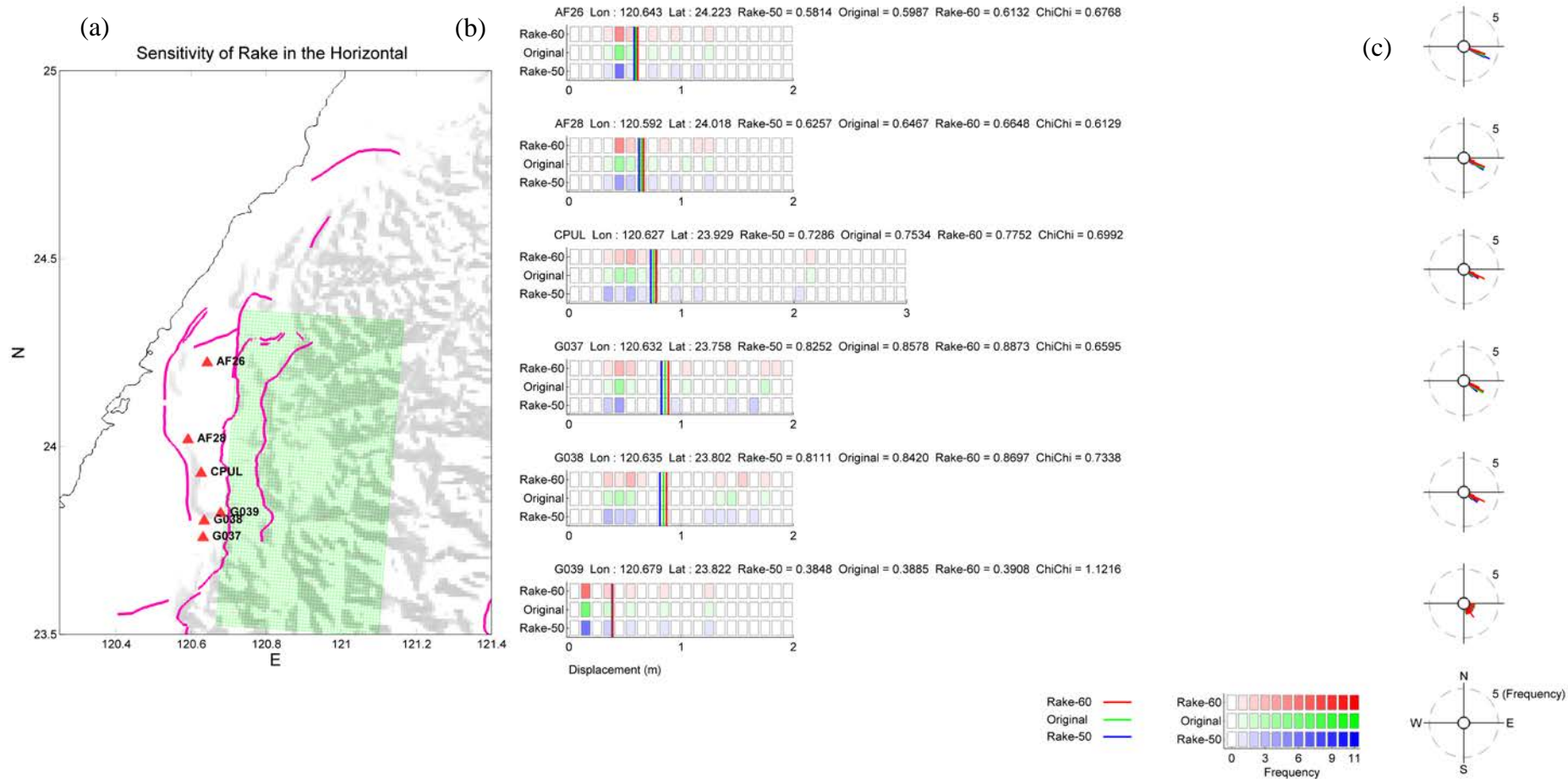


圖 A 59、隨機模型改變震源參數 rake 經過彈性錯位理論算出的水平向變形量分布圖(a) rake 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(AF26、AF28、CPUL、G037、G038、G039)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值 (c)十一組隨機模型對紅色三角形測站地表變形水平方位角發生率之玫瑰圖。

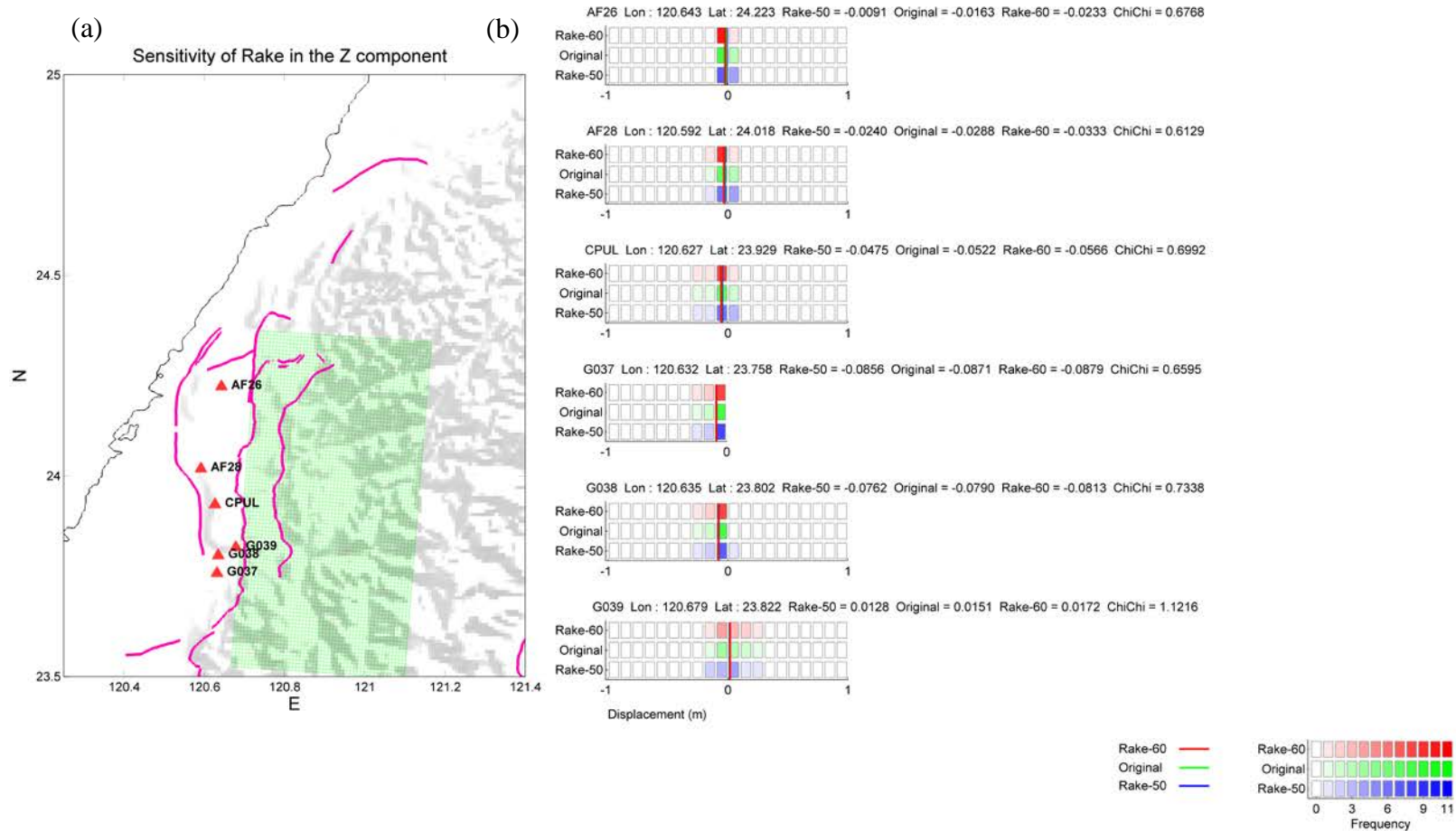


圖 A 60、隨機模型改變震源參數 rake 經過彈性錯位理論算出的垂直向變形量分布圖(a) rake 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(AF26、AF28、CPUL、G037、G038、G039)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值。

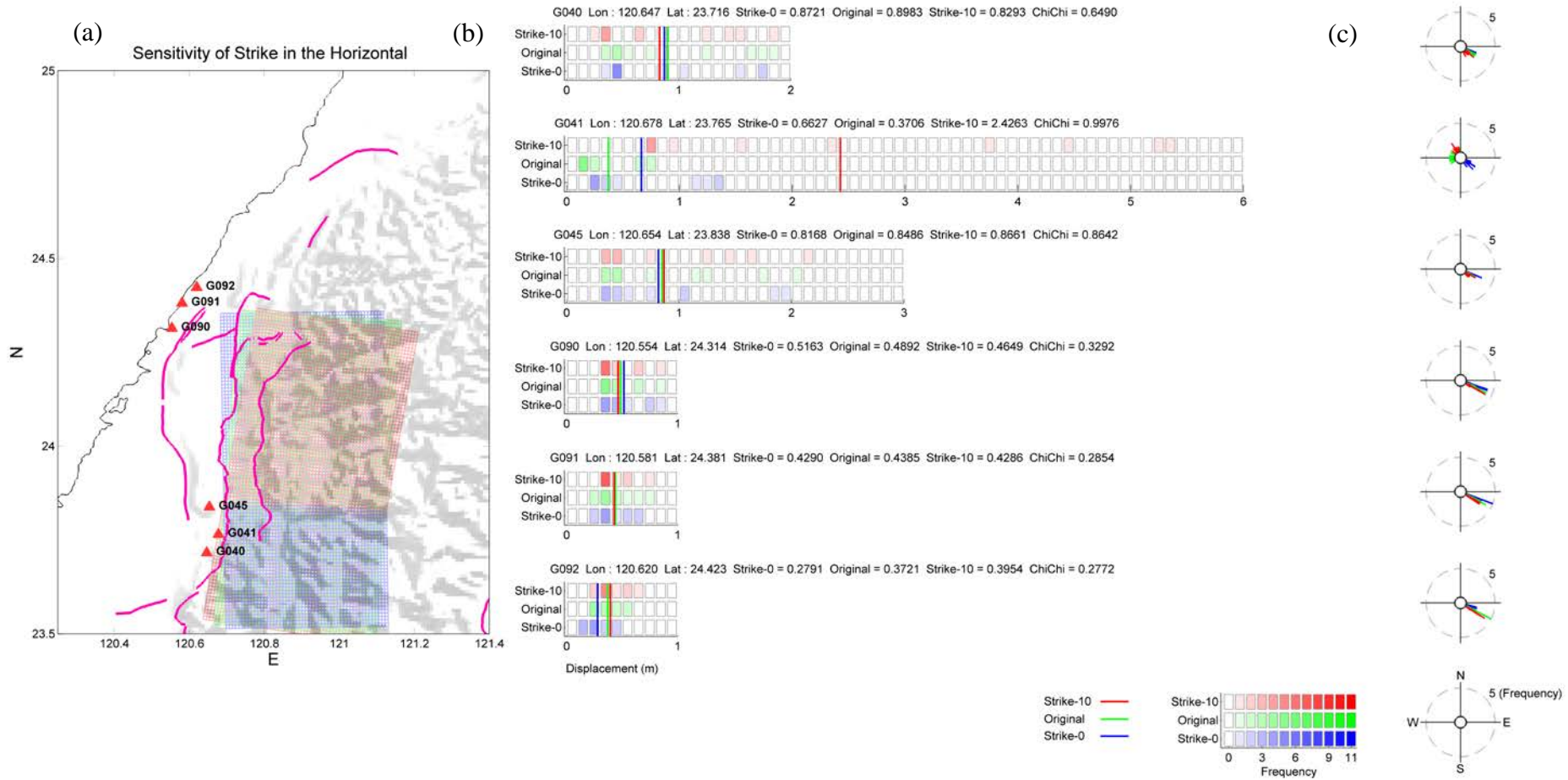


圖 A 61、隨機模型改變震源參數 strike 角度，經過彈性錯位理論算出的水平向地表變形量分布圖(a) strike 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(G040、G041、G045、G090、G091、G092)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值 (c)十一組隨機模型對紅色三角形測站地表變形水平方位角發生率之玫瑰圖。

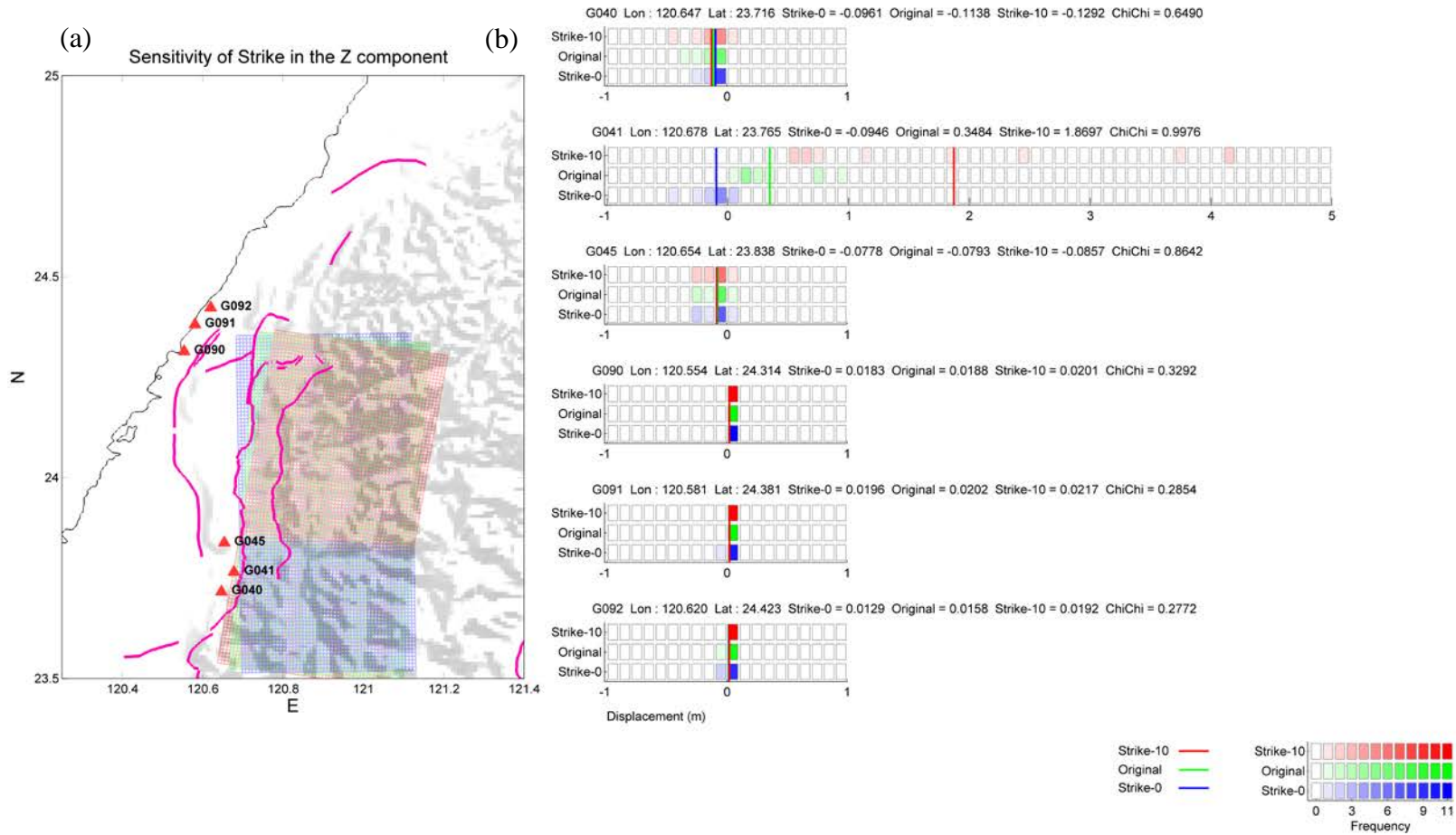


圖 A 62、隨機模型改變震源參數 strike 角度，經過彈性錯位理論算出的垂直向變形量分布圖(a) strike 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(G040、G041、G045、G090、G091、G092)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值。

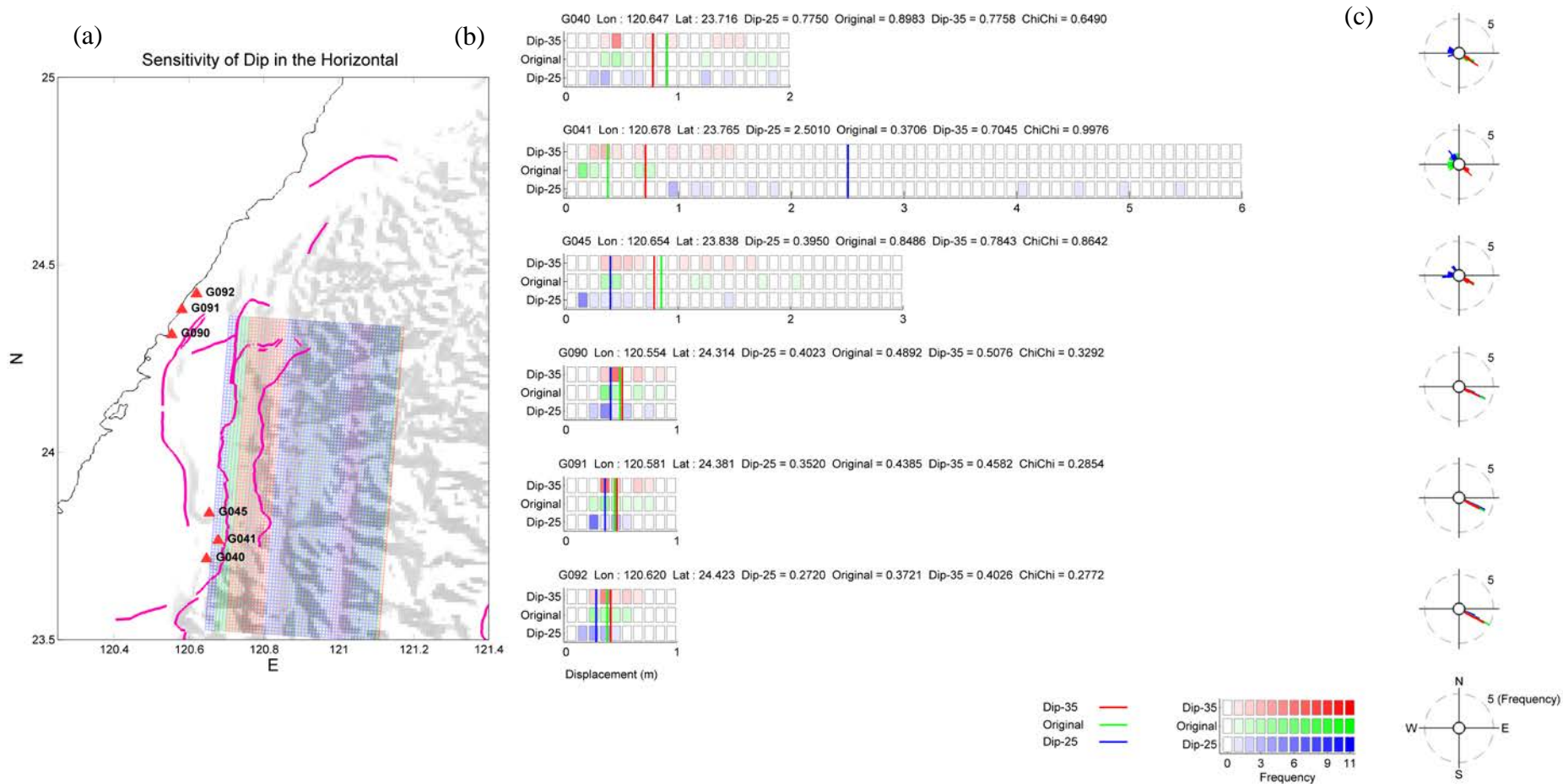


圖 A 63、隨機模型改變震源參數 dip 經過彈性錯位理論算出的水平向變形量分布圖(a) dip 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(G040、G041、G045、G090、G091、G092)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值 (c)十一組隨機模型對紅色三角形測站地表變形水平方位角發生率之玫瑰圖。

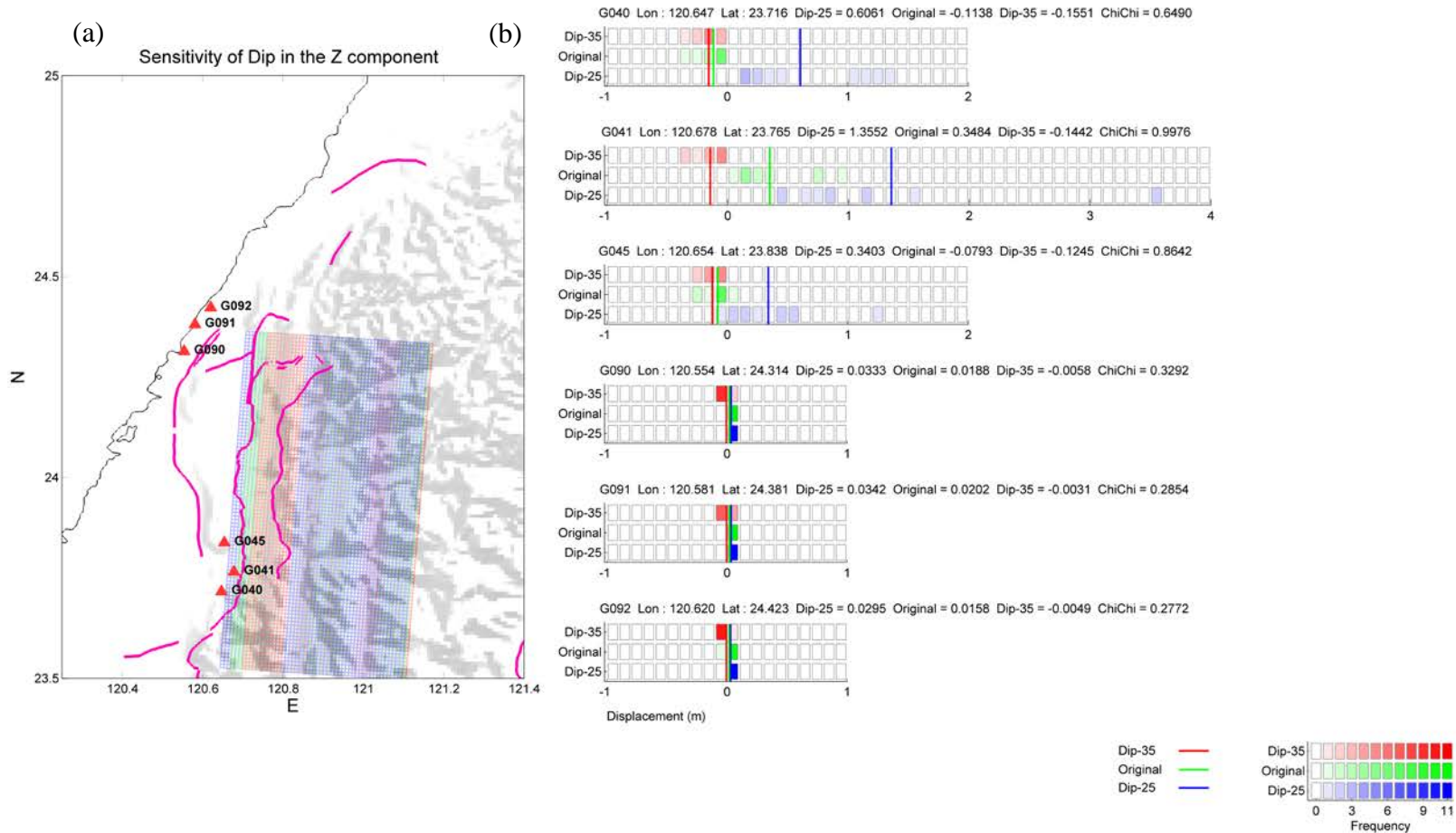


圖 A 64、隨機模型改變震源參數 dip 經過彈性錯位理論算出的垂直向變形量分布圖(a) dip 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(G040、G041、G045、G090、G091、G092)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值。

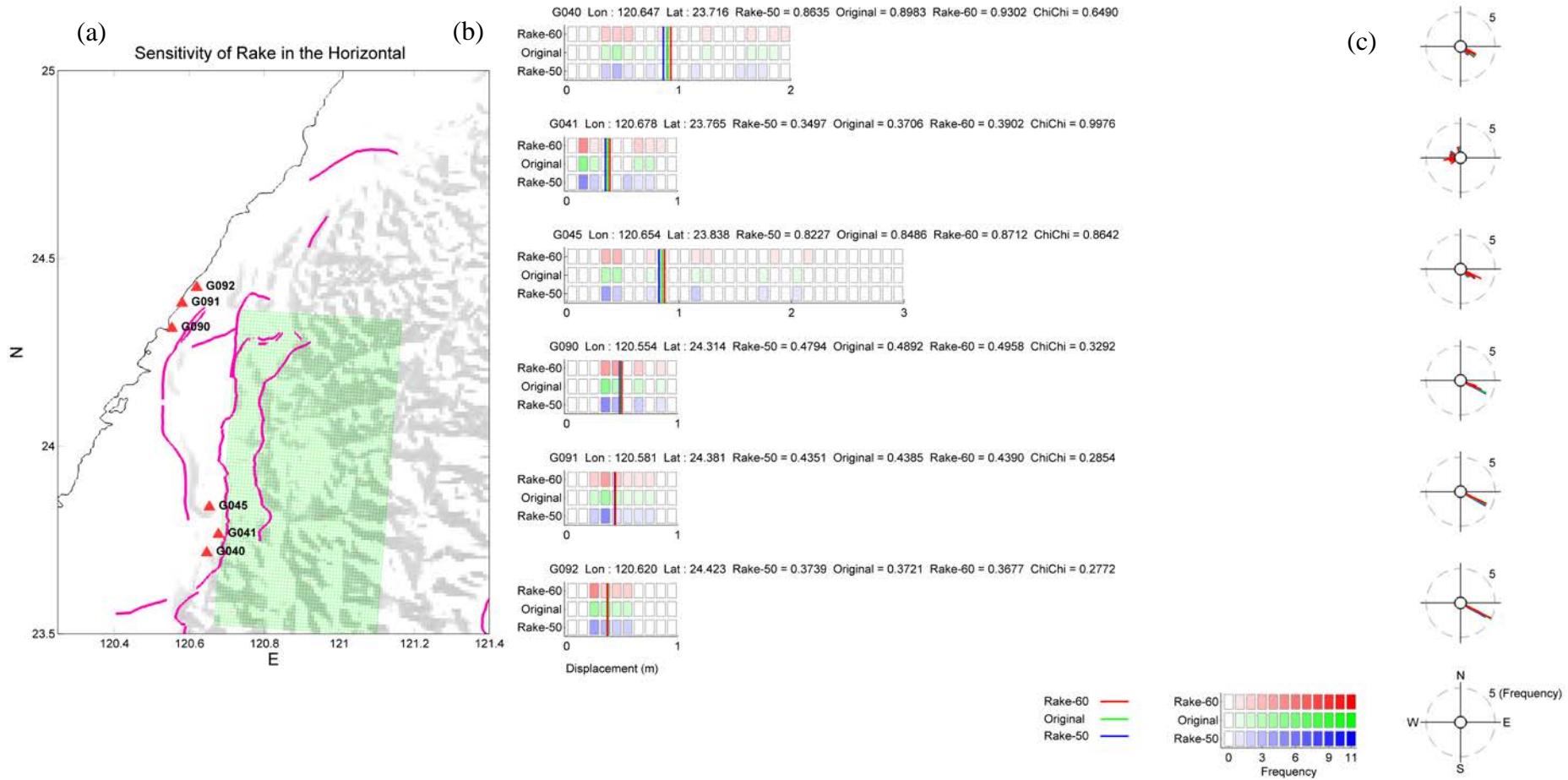


圖 A 65、隨機模型改變震源參數 rake 經過彈性錯位理論算出的水平向變形量分布圖(a) rake 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(G040、G041、G045、G090、G091、G092)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值 (c)十一組隨機模型對紅色三角形測站地表變形水平方位角發生率之玫瑰圖。

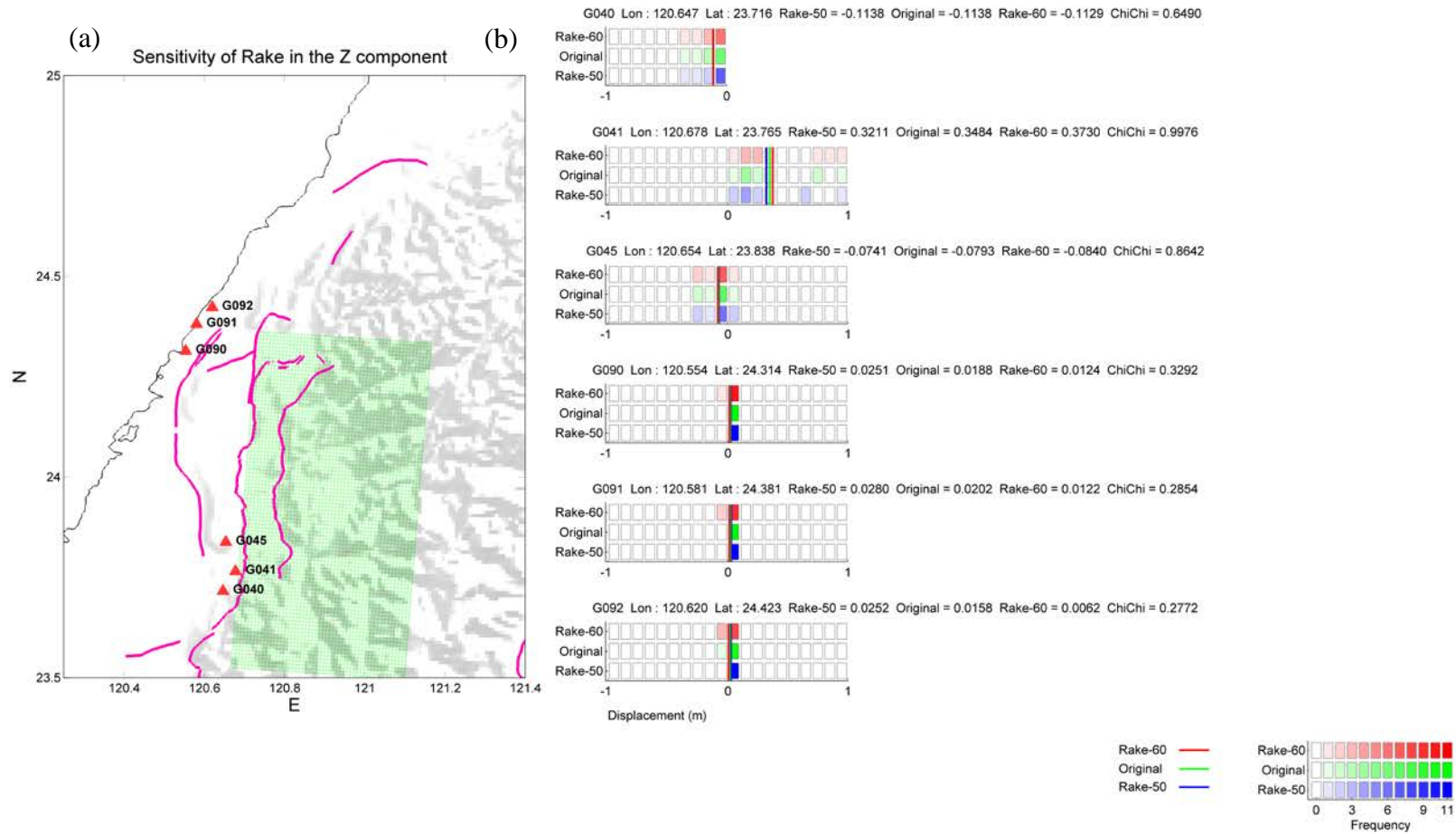


圖 A 66、隨機模型改變震源參數 rake 經過彈性錯位理論算出的垂直向變形量分布圖(a) rake 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(G040、G041、G045、G090、G091、G092)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值。

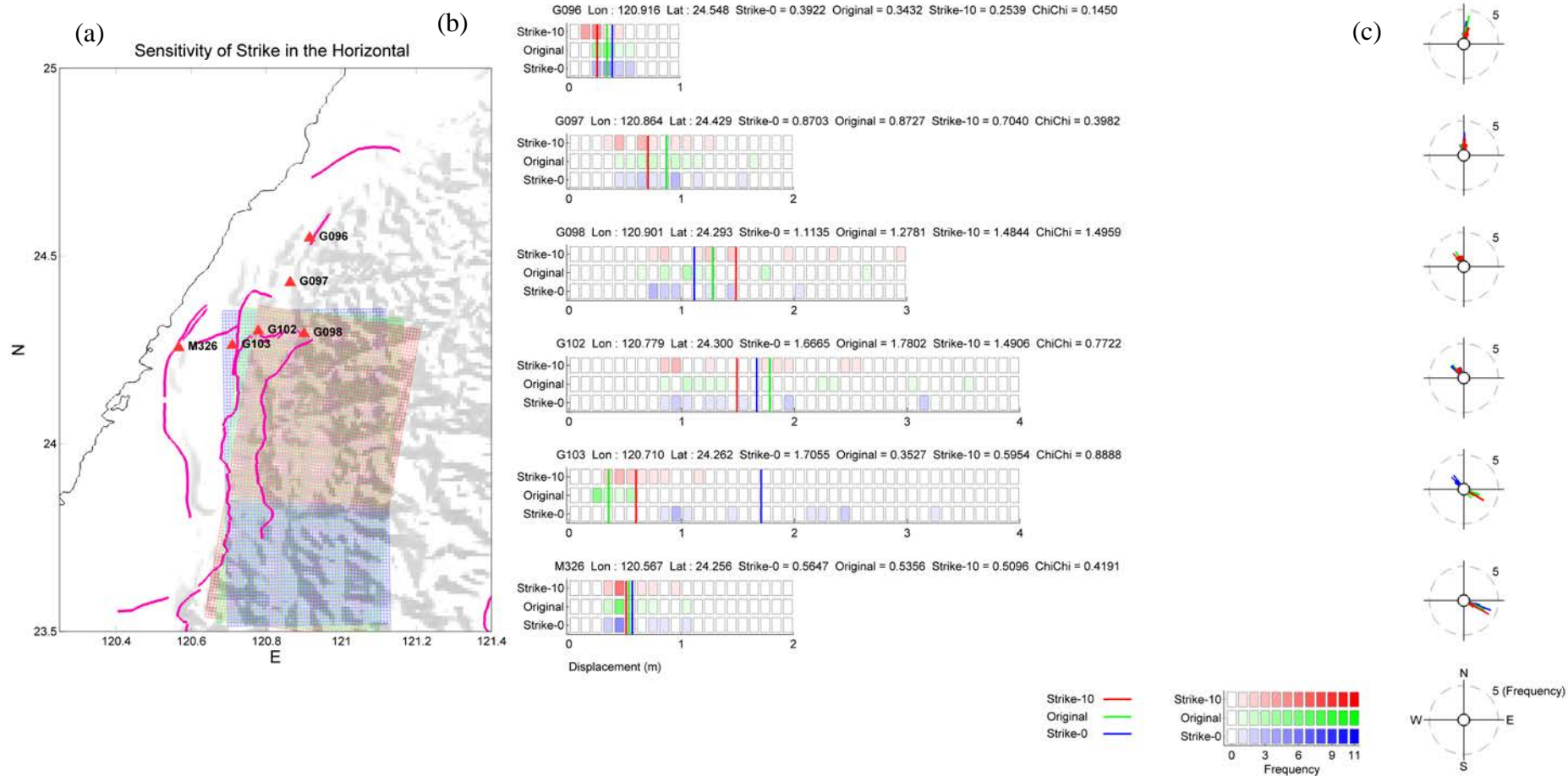


圖 A 67、隨機模型改變震源參數 strike 角度，經過彈性錯位理論算出的水平向地表變形量分布圖(a) strike 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(G096、G097、G098、G102、G103、M326)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值 (c)十一組隨機模型對紅色三角形測站地表變形水平方位角發生率之玫瑰圖。

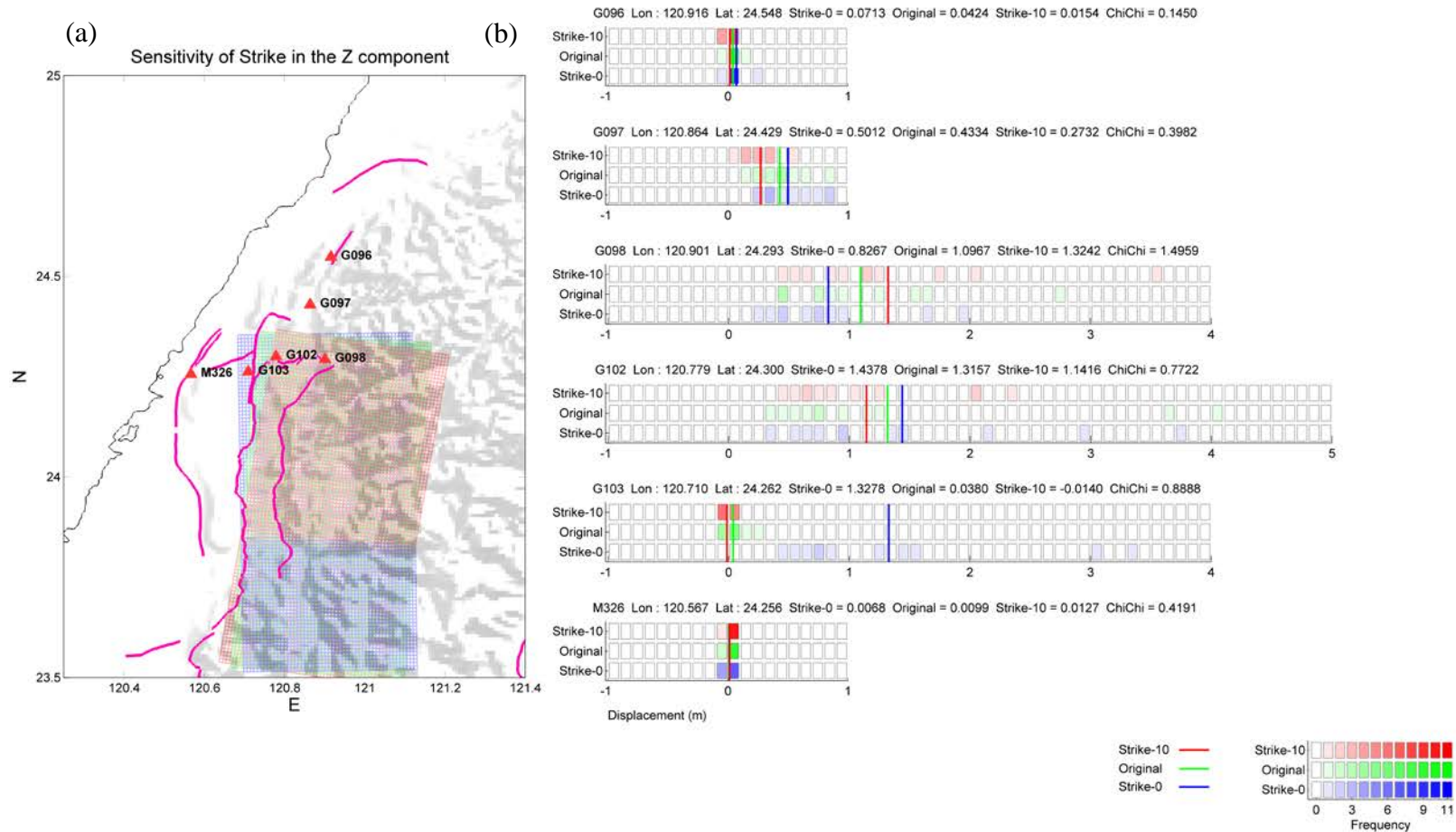


圖 A 68、隨機模型改變震源參數 strike 角度，經過彈性錯位理論算出的垂直向變形量分布圖(a) strike 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(G096、G097、G098、G102、G103、M326)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值。

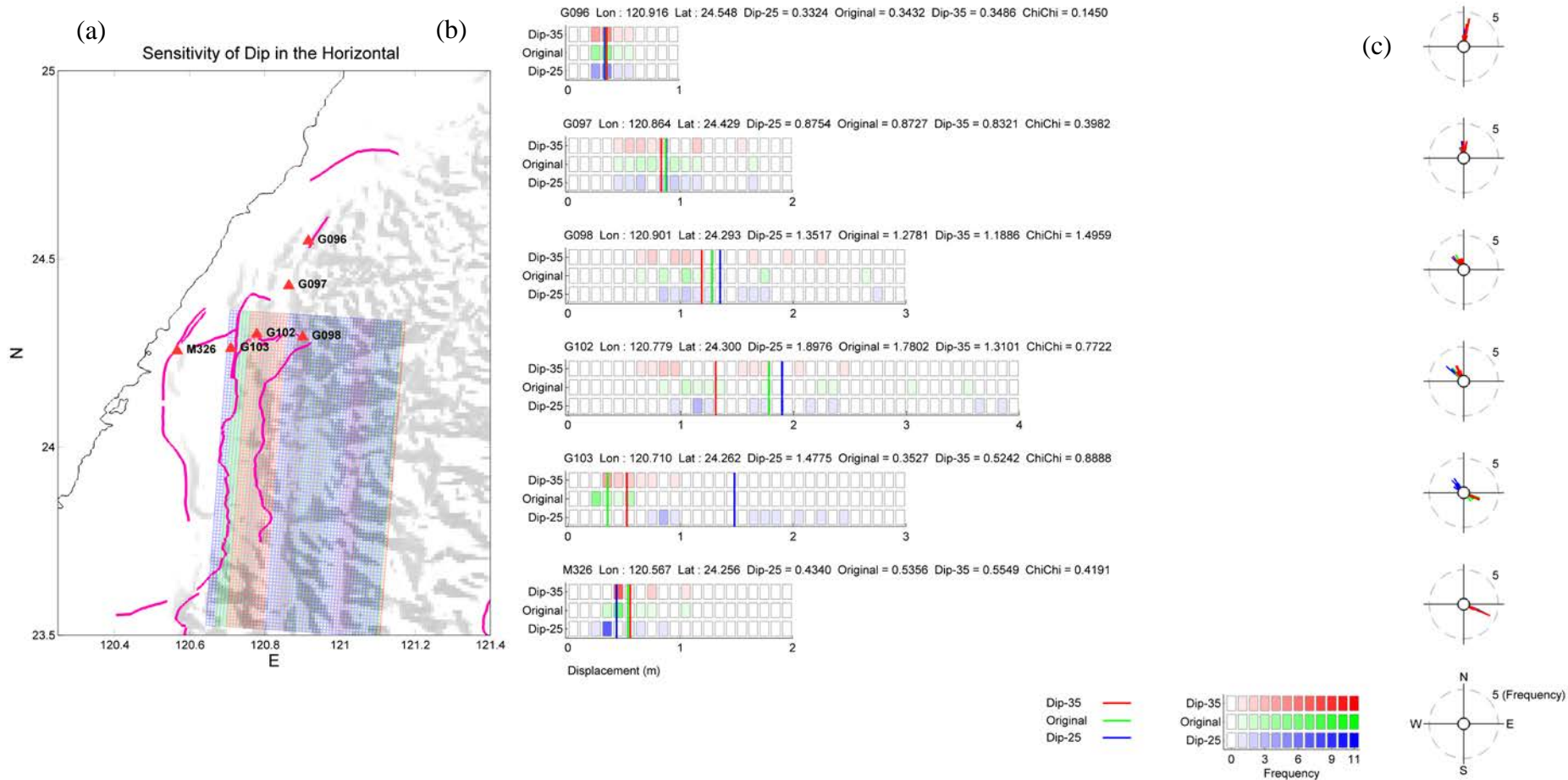


圖 A 69、隨機模型改變震源參數 dip 經過彈性錯位理論算出的水平向變形量分布圖(a) dip 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(G096、G097、G098、G102、G103、M326)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值 (c)十一組隨機模型對紅色三角形測站地表變形水平方位角發生率之玫瑰圖。

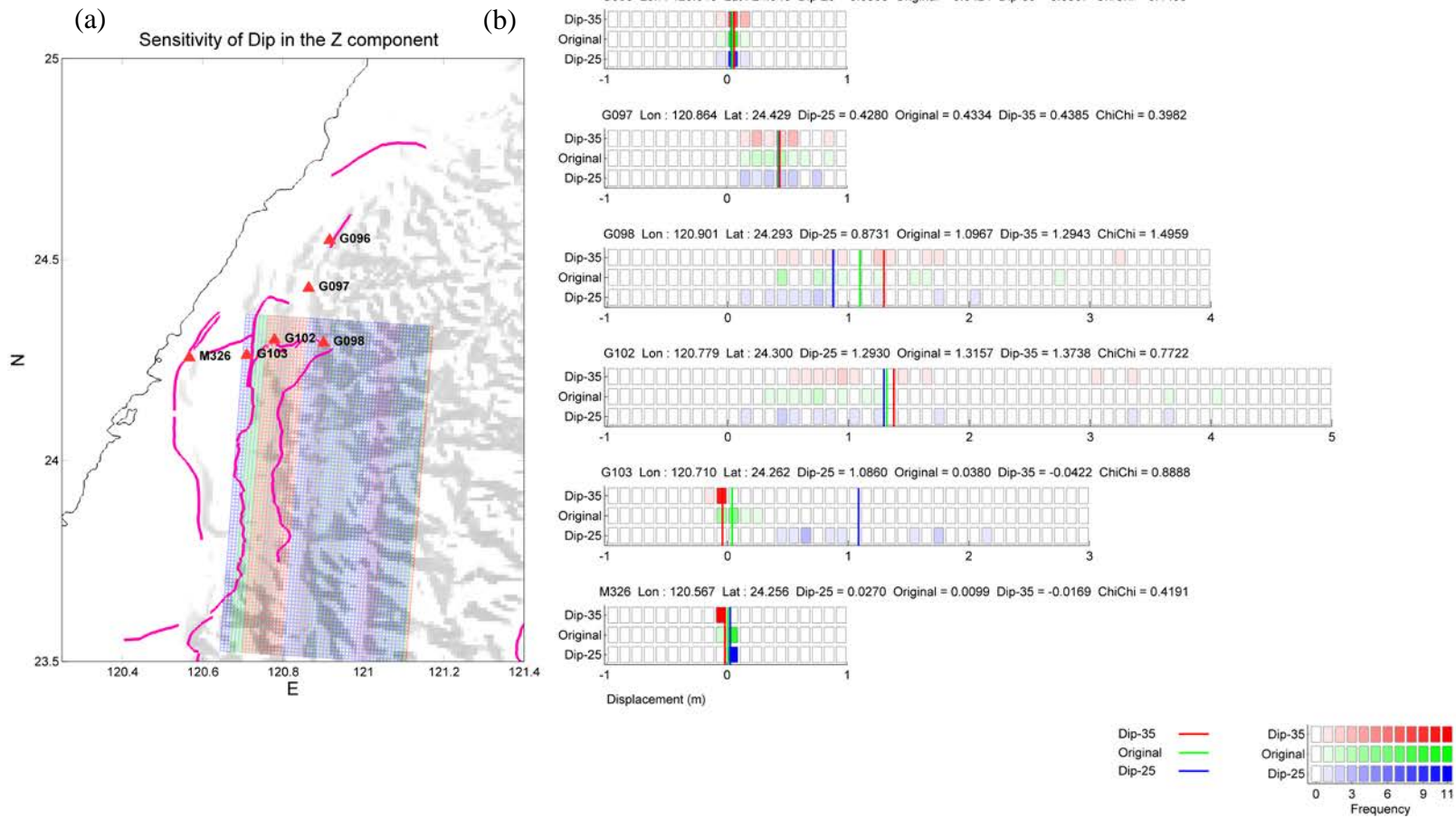


圖 A 70、隨機模型改變震源參數 dip 經過彈性錯位理論算出的垂直向變形量分布圖(a) dip 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(G096、G097、G098、G102、G103、M326)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值。

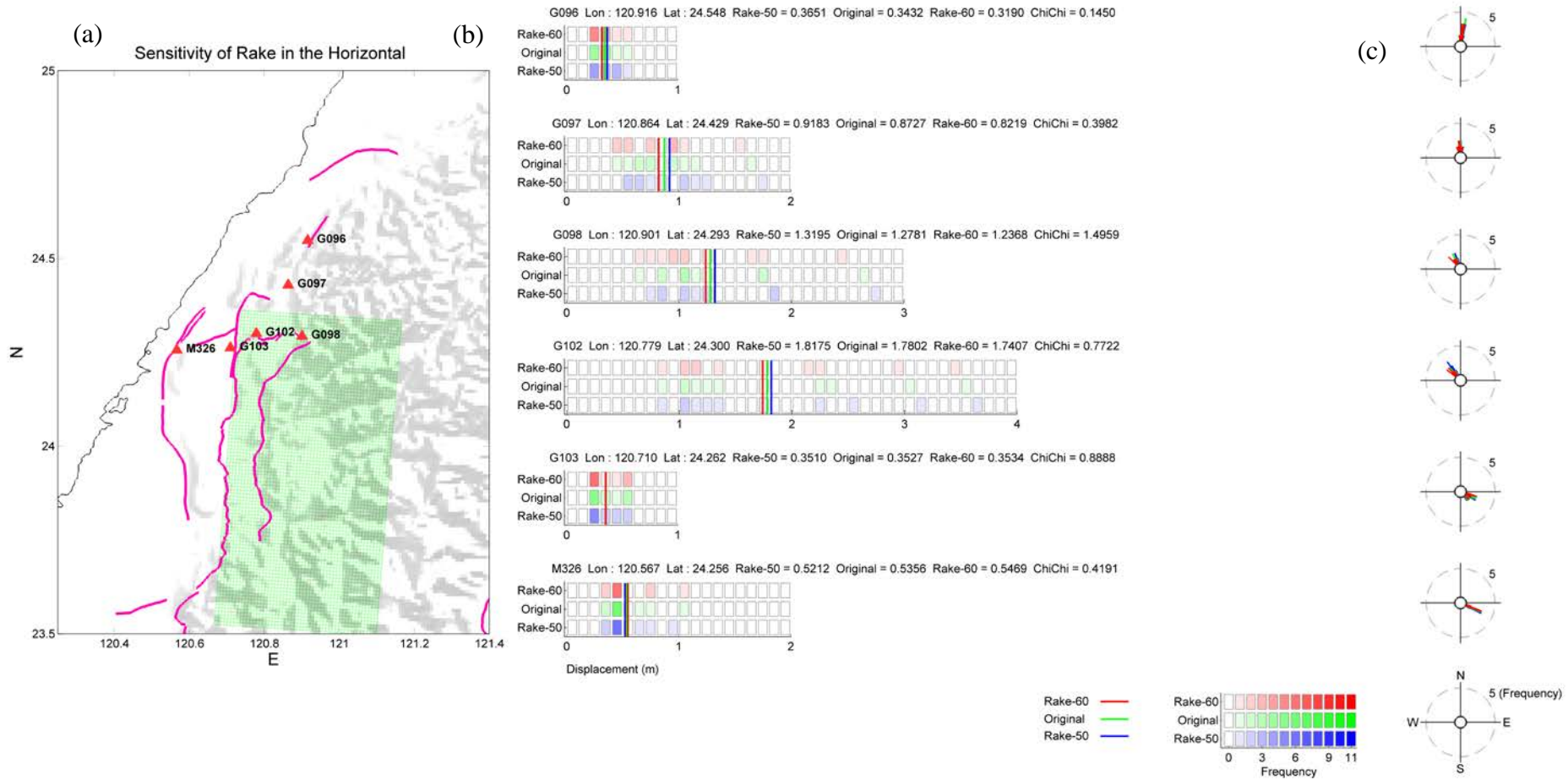


圖 A 71、隨機模型改變震源參數 rake 經過彈性錯位理論算出的水平向變形量分布圖(a) rake 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(G096、G097、G098、G102、G103、M326)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值 (c)十一組隨機模型對紅色三角形測站地表變形水平方位角發生率之玫瑰圖。

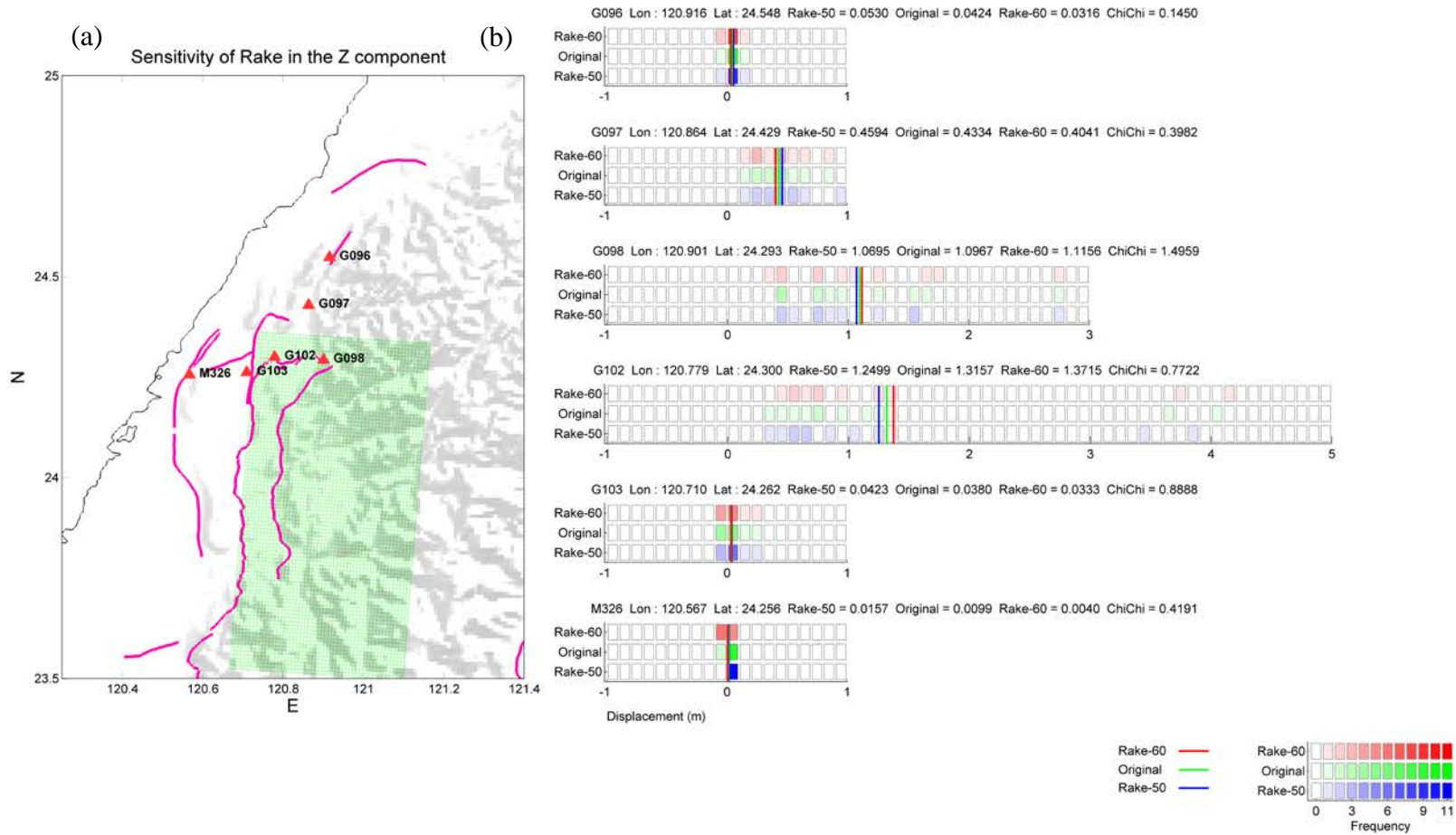


圖 A 72、隨機模型改變震源參數 rake 經過彈性錯位理論算出的垂直向變形量分布圖(a) rake 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(G096、G097、G098、G102、G103、M326)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值。

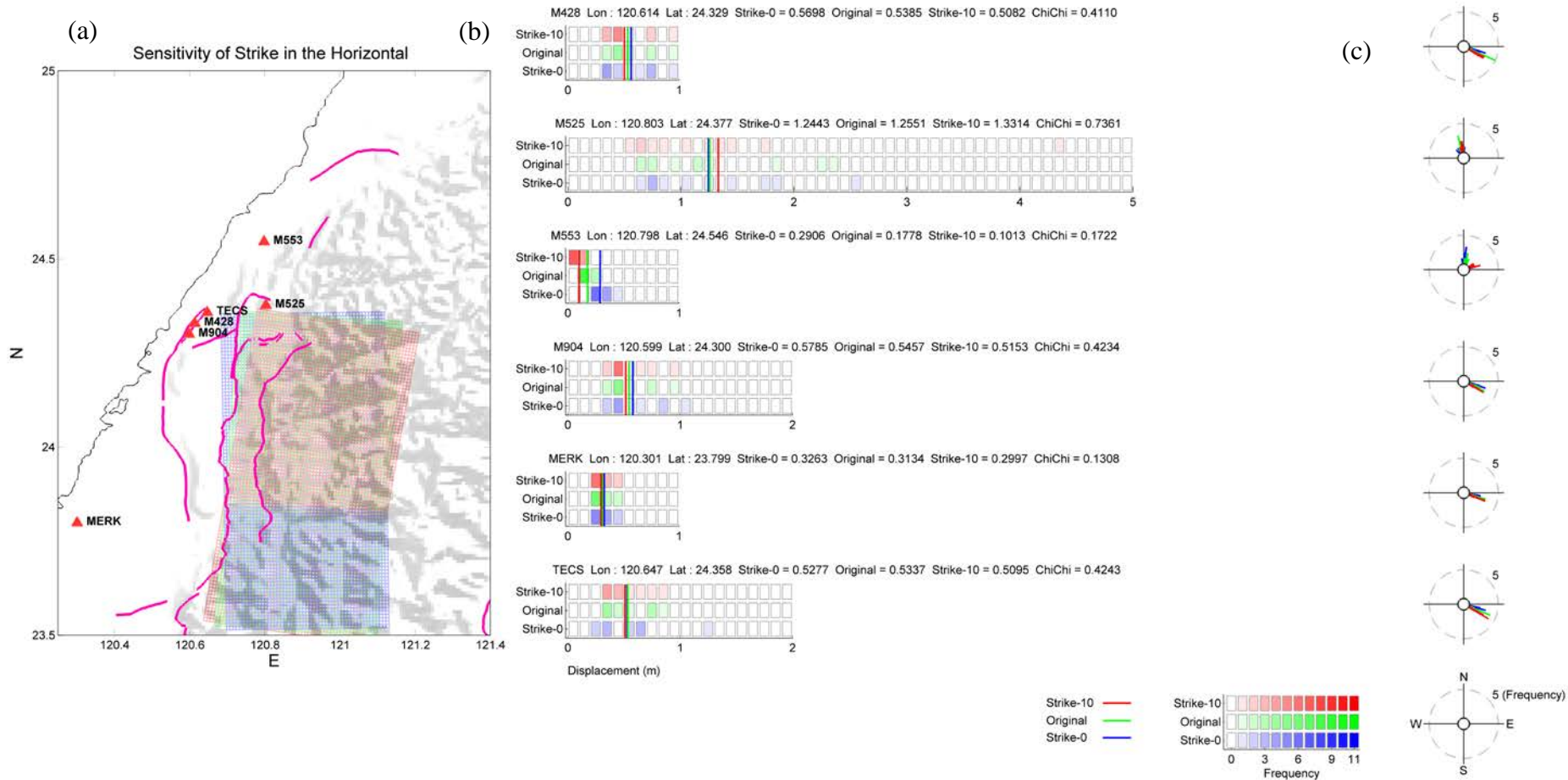


圖 A 73、隨機模型改變震源參數 strike 角度，經過彈性錯位理論算出的水平向地表變形量分布圖(a) strike 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(M428、M525、M553、M904、MERK、TECS)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值 (c)十一組隨機模型對紅色三角形測站地表變形水平方位角發生率之玫瑰圖。

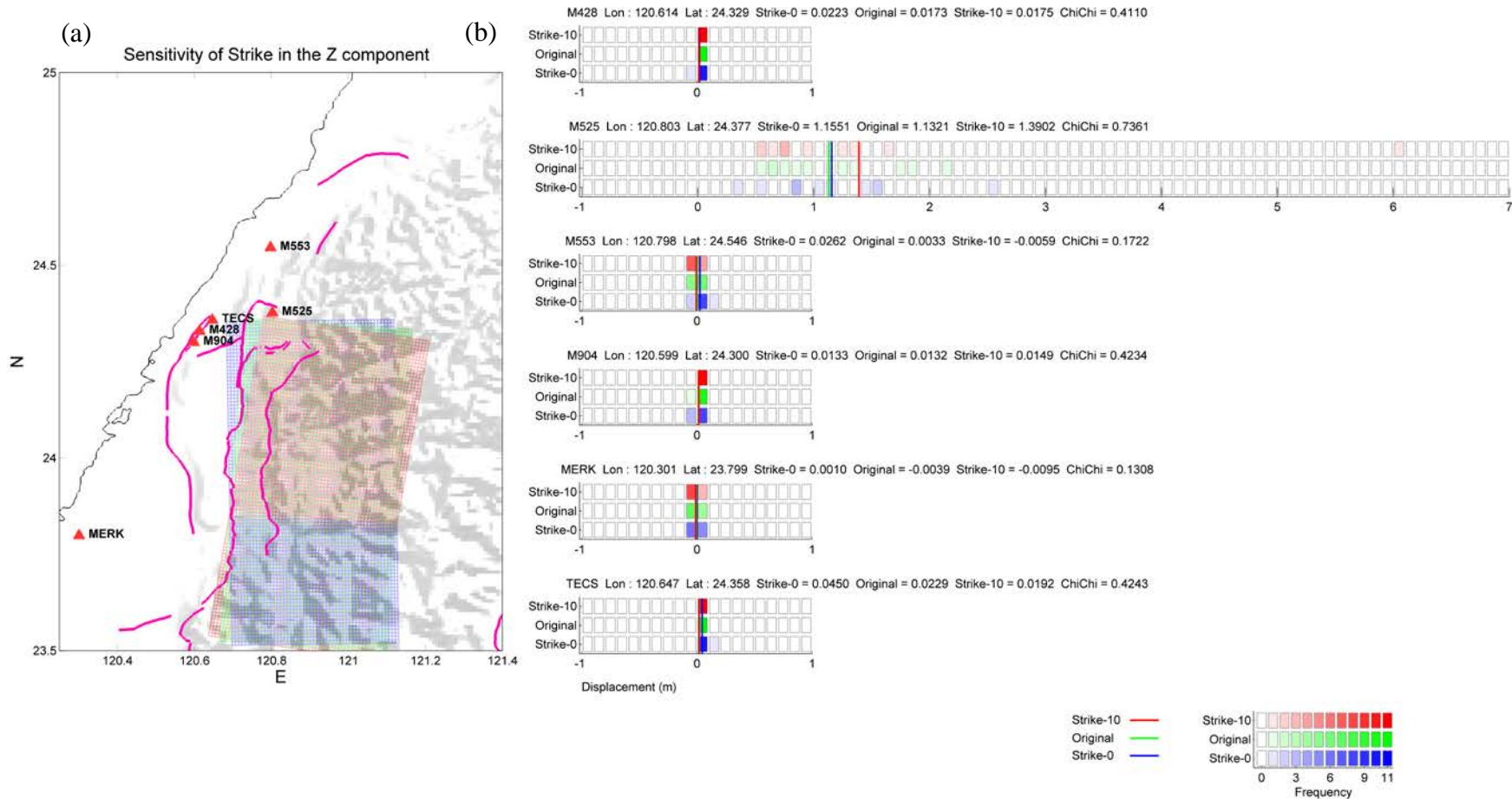


圖 A 74、隨機模型改變震源參數 strike 角度，經過彈性錯位理論算出的垂直向變形量分布圖(a) strike 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(M428、M525、M553、M904、MERK、TECS)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值。

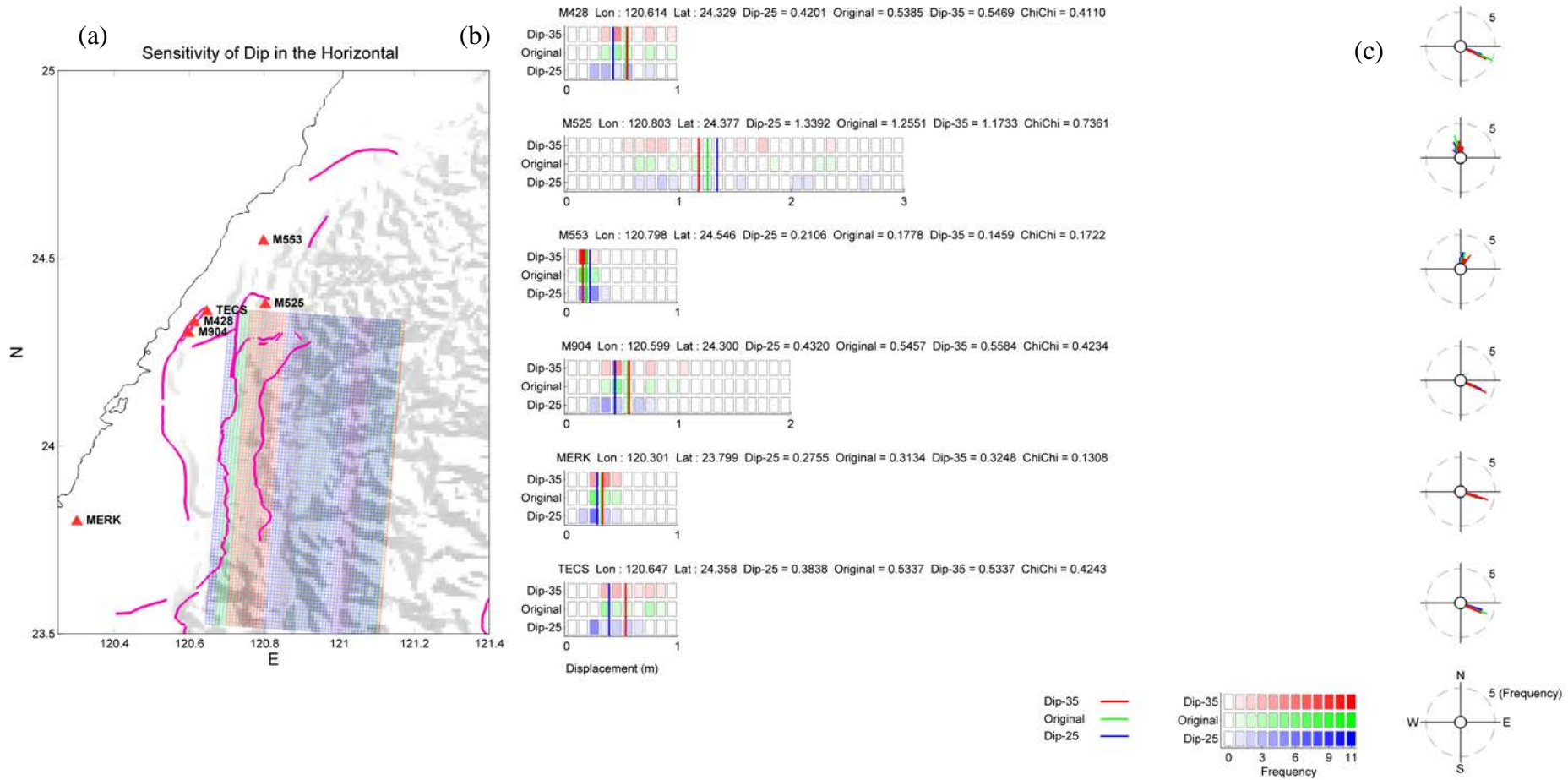


圖 A 75、隨機模型改變震源參數 dip 經過彈性錯位理論算出的水平向變形量分布圖(a) dip 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(M428、M525、M553、M904、MERK、TECS)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值 (c)十一組隨機模型對紅色三角形測站地表變形水平方位角發生率之玫瑰圖。

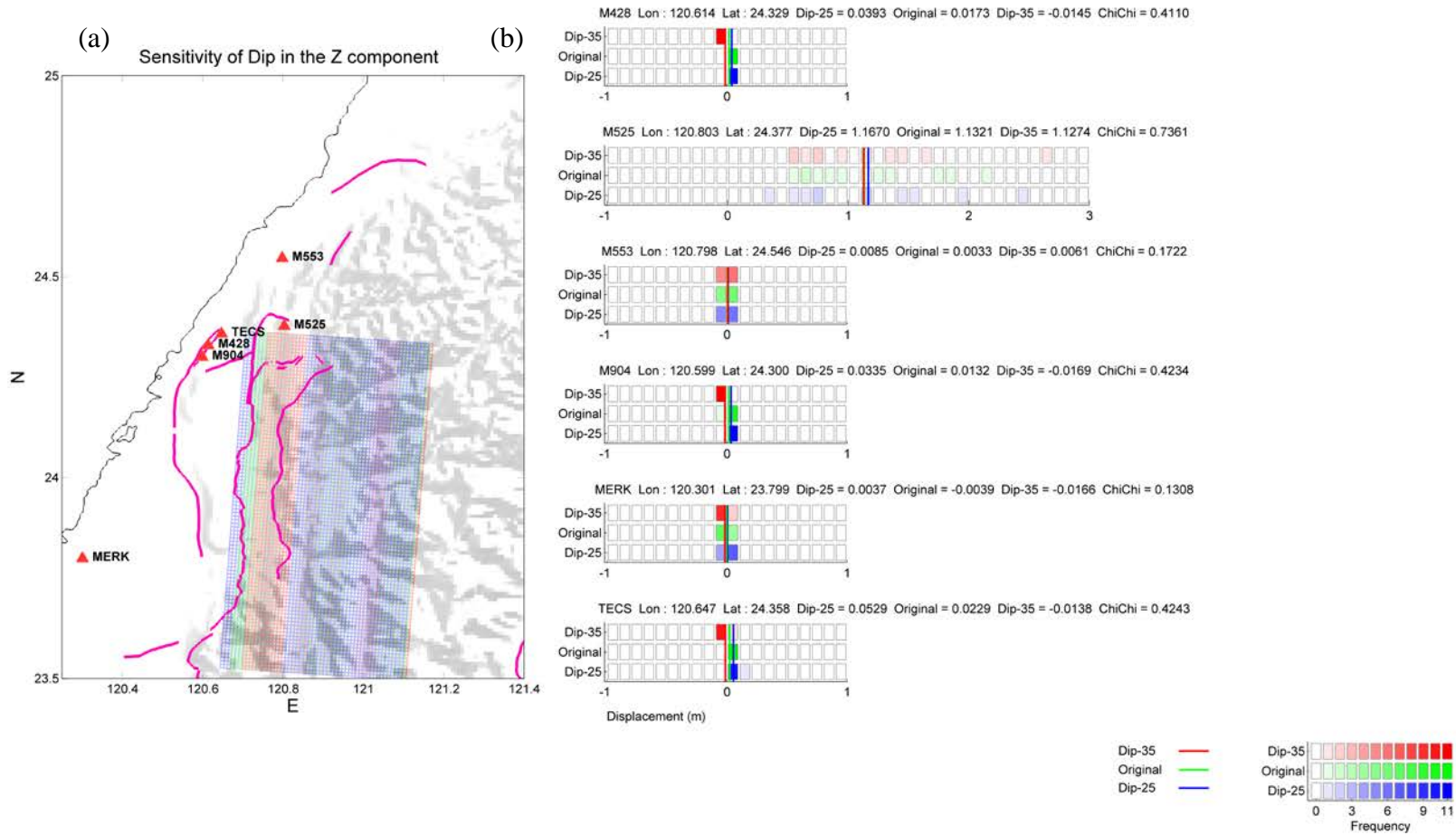


圖 A 76、隨機模型改變震源參數 dip 經過彈性錯位理論算出的垂直向變形量分布圖(a) dip 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(M428、M525、M553、M904、MERK、TECS)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值。

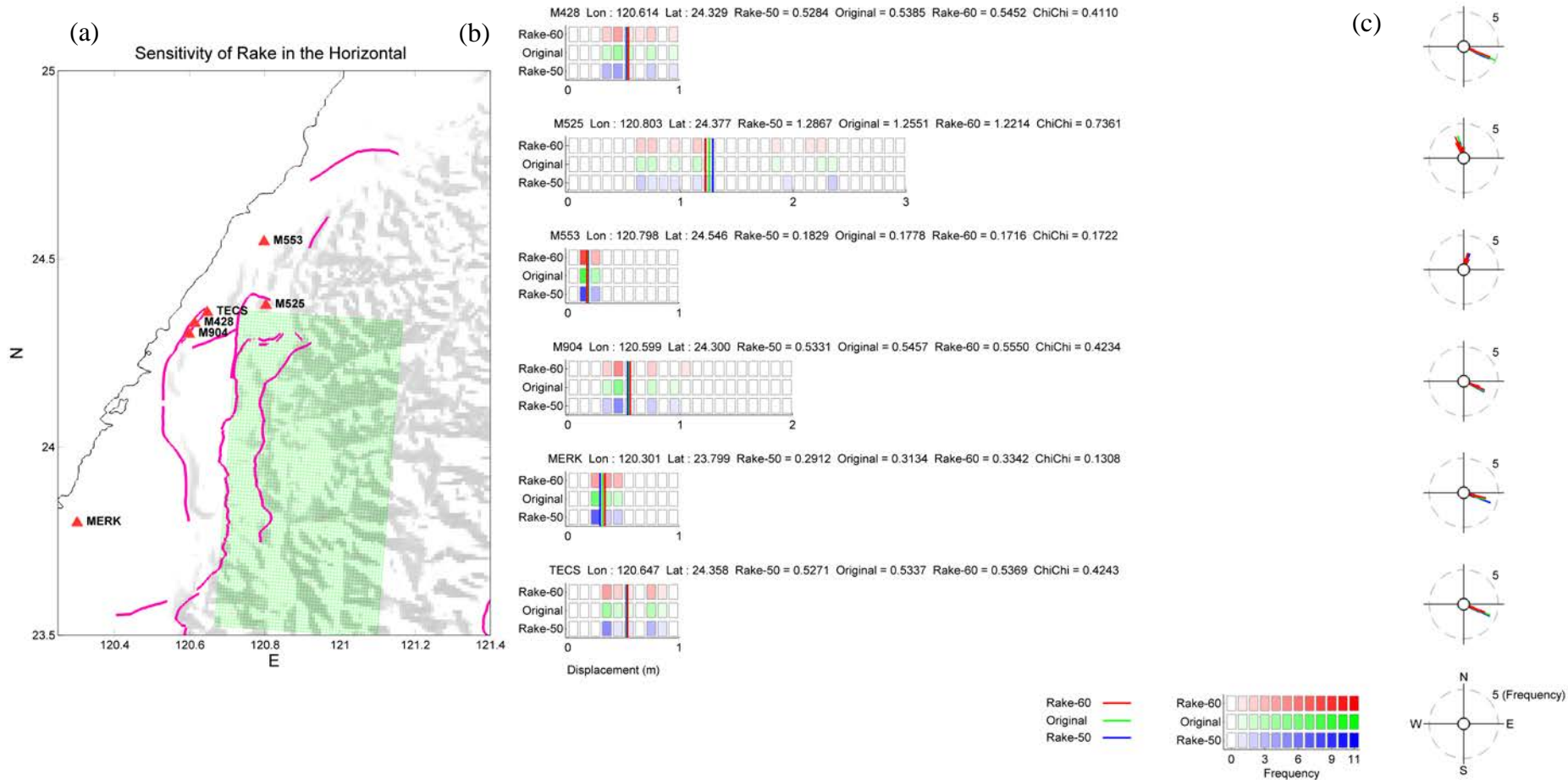


圖 A 77、隨機模型改變震源參數 rake 經過彈性錯位理論算出的水平向變形量分布圖(a) rake 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(M428、M525、M553、M904、MERK、TECS)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值 (c)十一組隨機模型對紅色三角形測站地表變形水平方位角發生率之玫瑰圖。

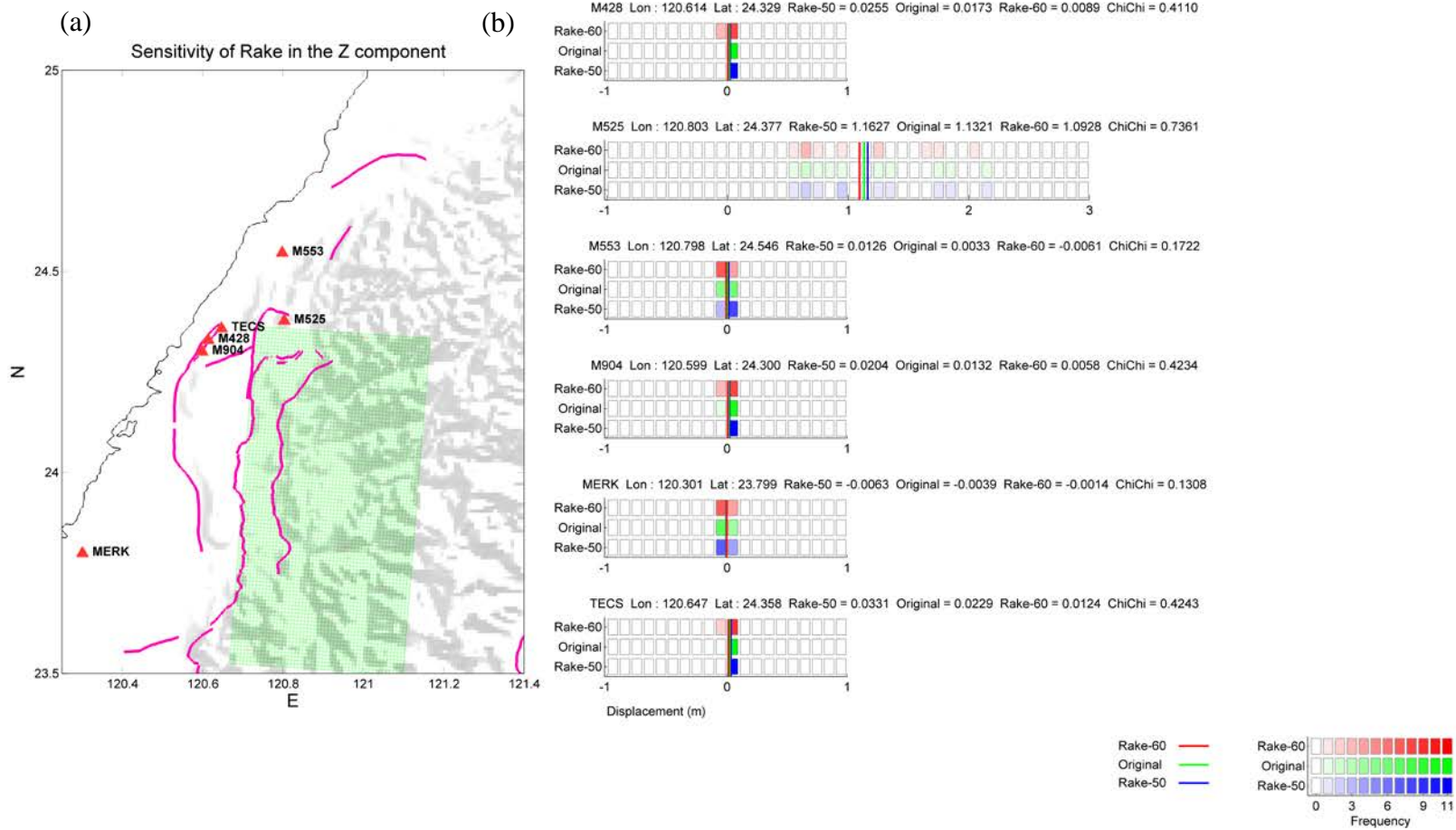


圖 A 78、隨機模型改變震源參數 rake 經過彈性錯位理論算出的垂直向變形量分布圖(a) rake 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(M428、M525、M553、M904、MERK、TECS)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值。

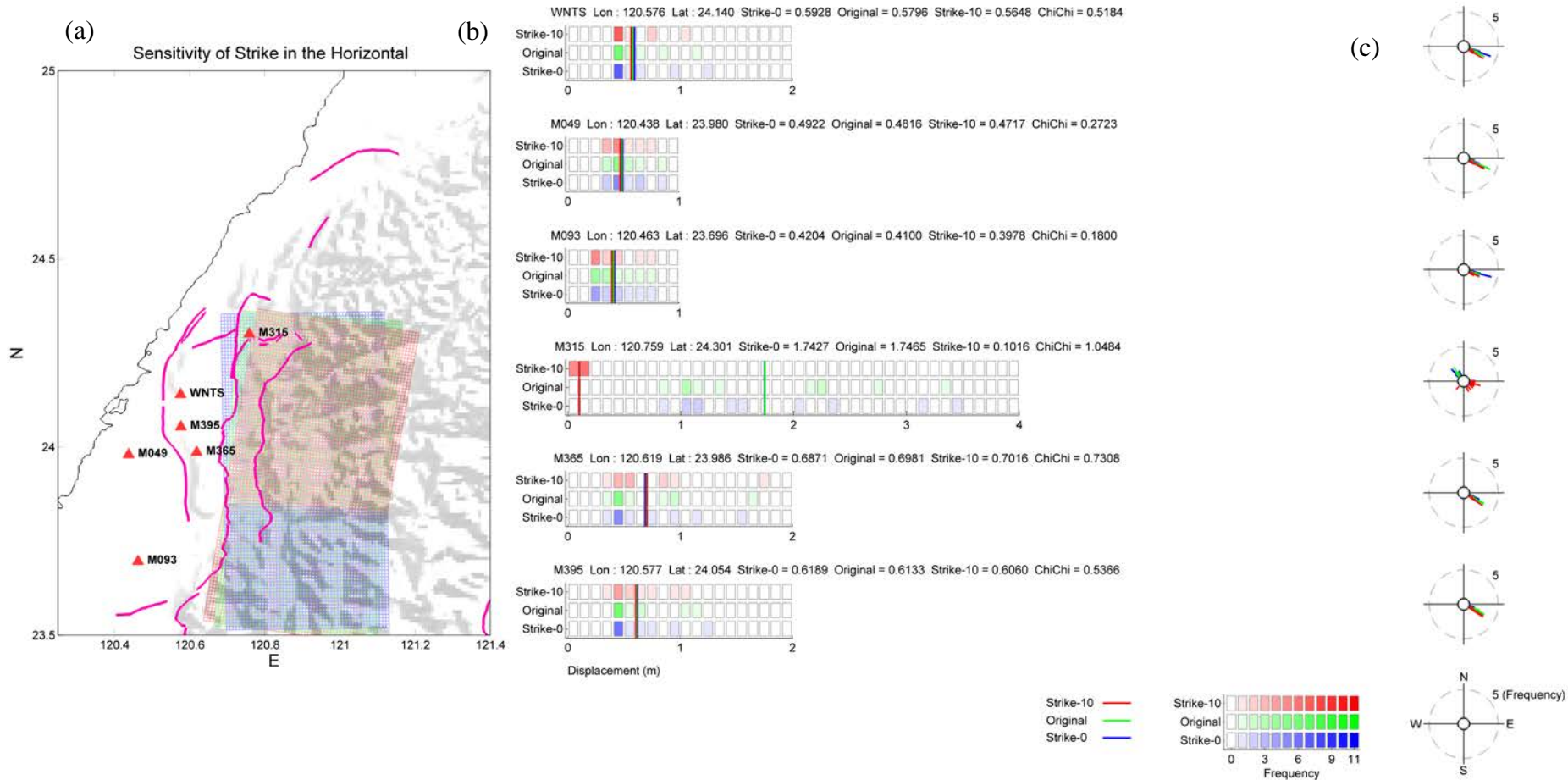


圖 A 79、隨機模型改變震源參數 strike 角度，經過彈性錯位理論算出的水平向地表變形量分布圖(a) strike 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(M049、M093、M315、M365、M395、WNTS)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值 (c)十一組隨機模型對紅色三角形測站地表變形水平方位角發生率之玫瑰圖。

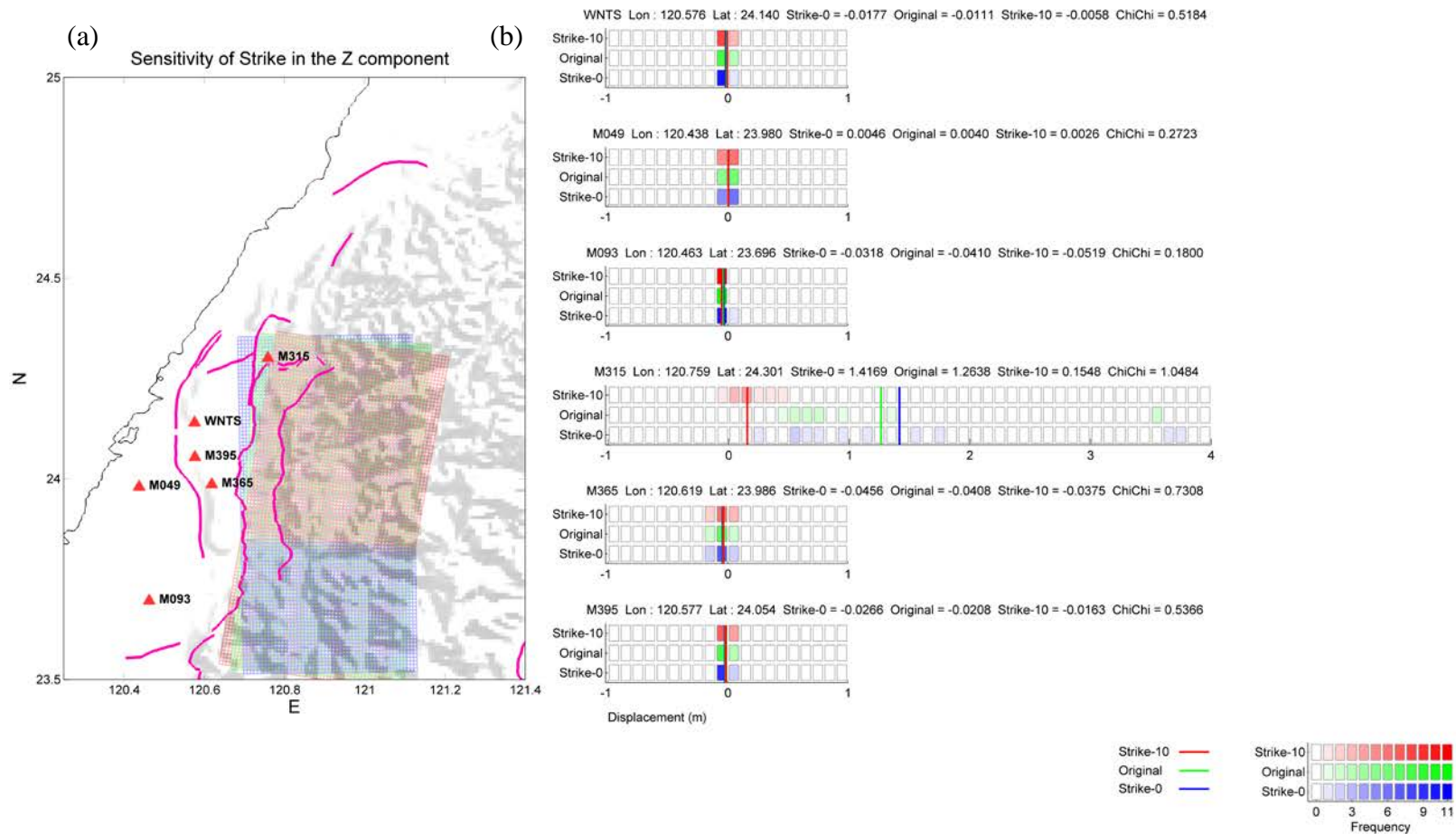


圖 A 80、隨機模型改變震源參數 strike 角度，經過彈性錯位理論算出的垂直向變形量分布圖(a) strike 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(M049、M093、M315、M365、M395、WNTS)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值。

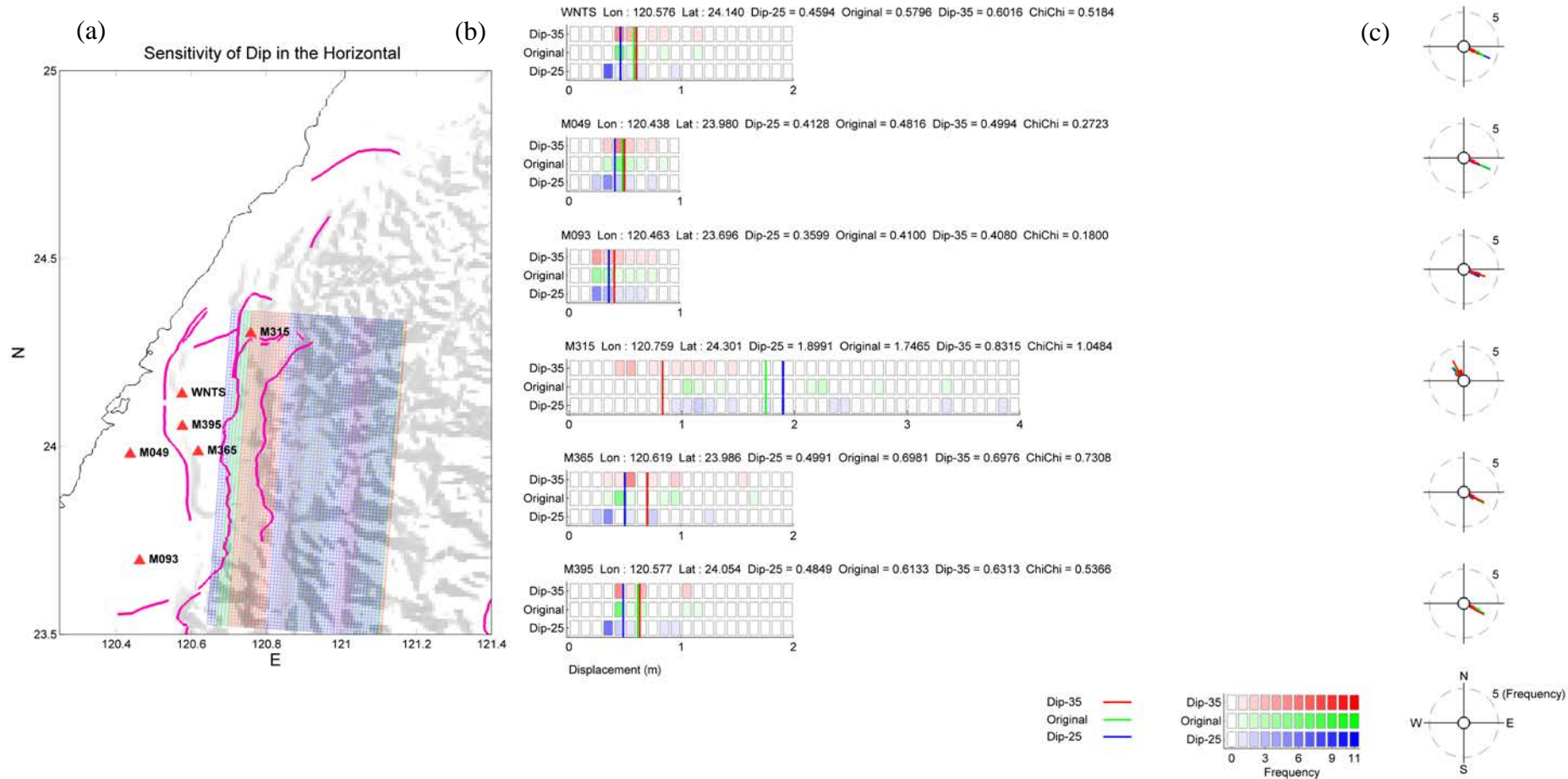


圖 A 81、隨機模型改變震源參數 dip 經過彈性錯位理論算出的水平向變形量分布圖(a) dip 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(M049、M093、M315、M365、M395、WNTS)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值 (c)十一組隨機模型對紅色三角形測站地表變形水平方位角發生率之玫瑰圖。

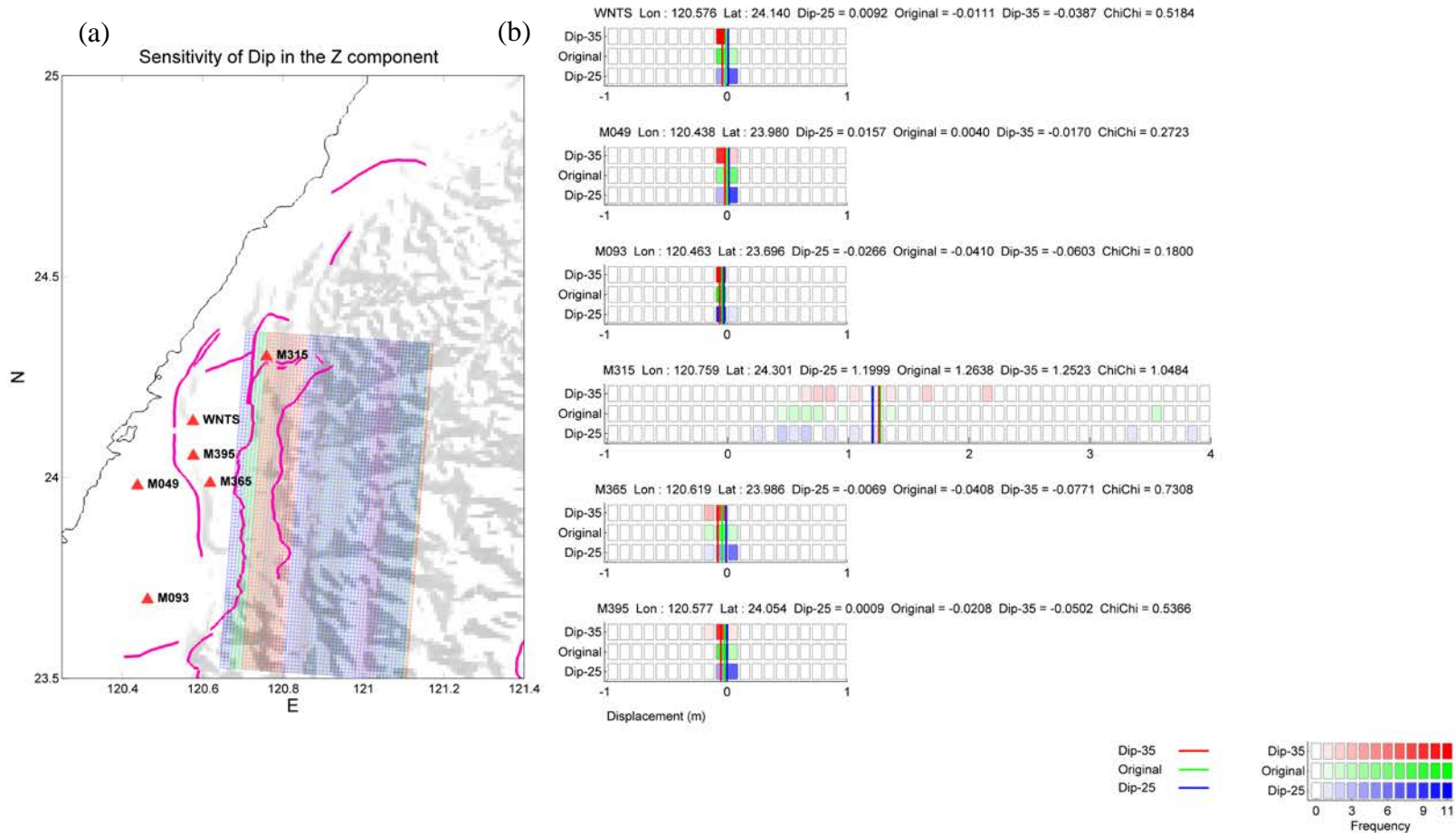


圖 A 82、隨機模型改變震源參數 dip 經過彈性錯位理論算出的垂直向變形量分布圖(a) dip 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(M049、M093、M315、M365、M395、WNTS)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值。

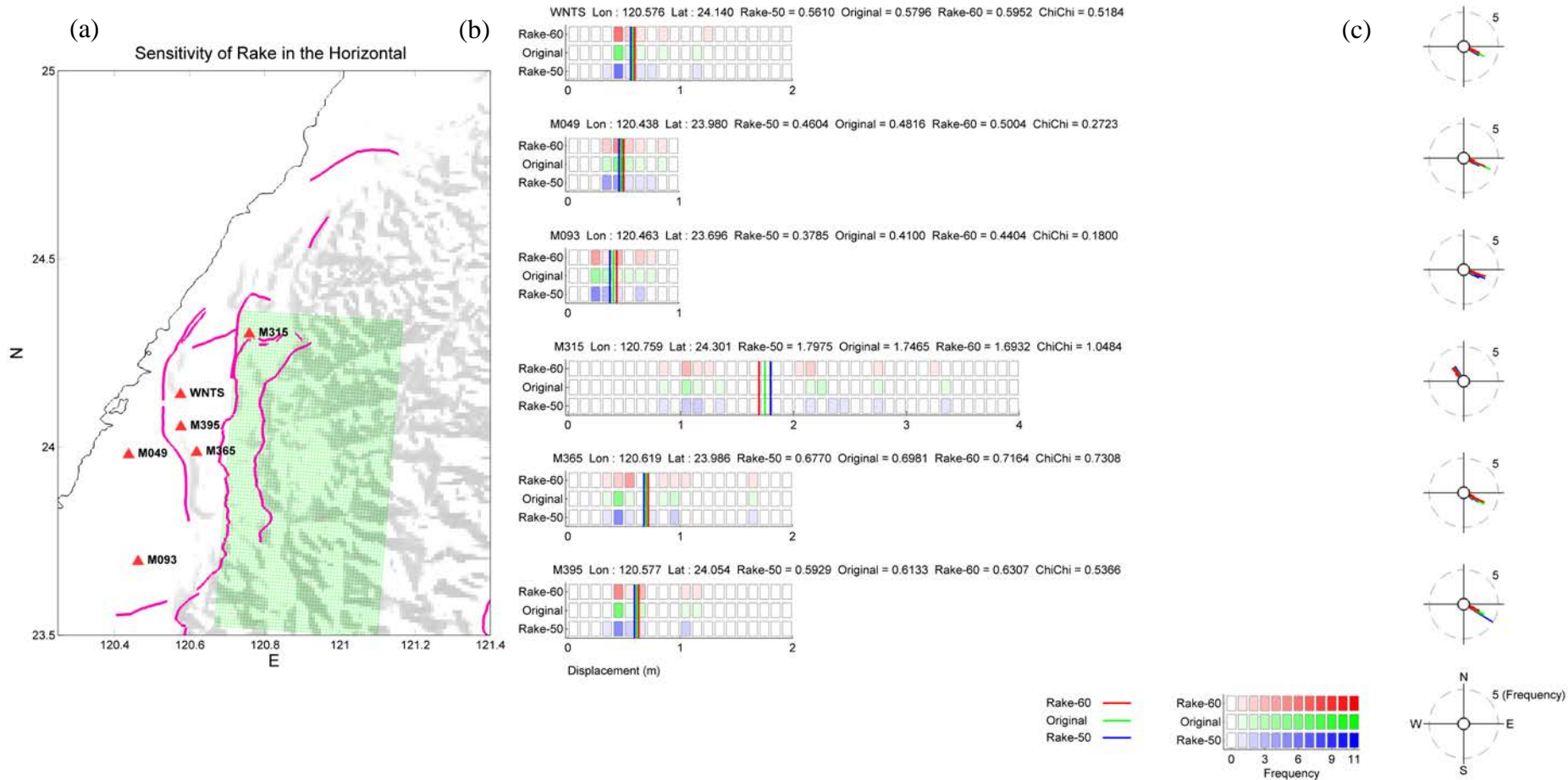


圖 A 83、隨機模型改變震源參數 rake 經過彈性錯位理論算出的水平向變形量分布圖(a) rake 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(M049、M093、M315、M365、M395、WNTS)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值 (c)十一組隨機模型對紅色三角形測站地表變形水平方位角發生率之玫瑰圖。

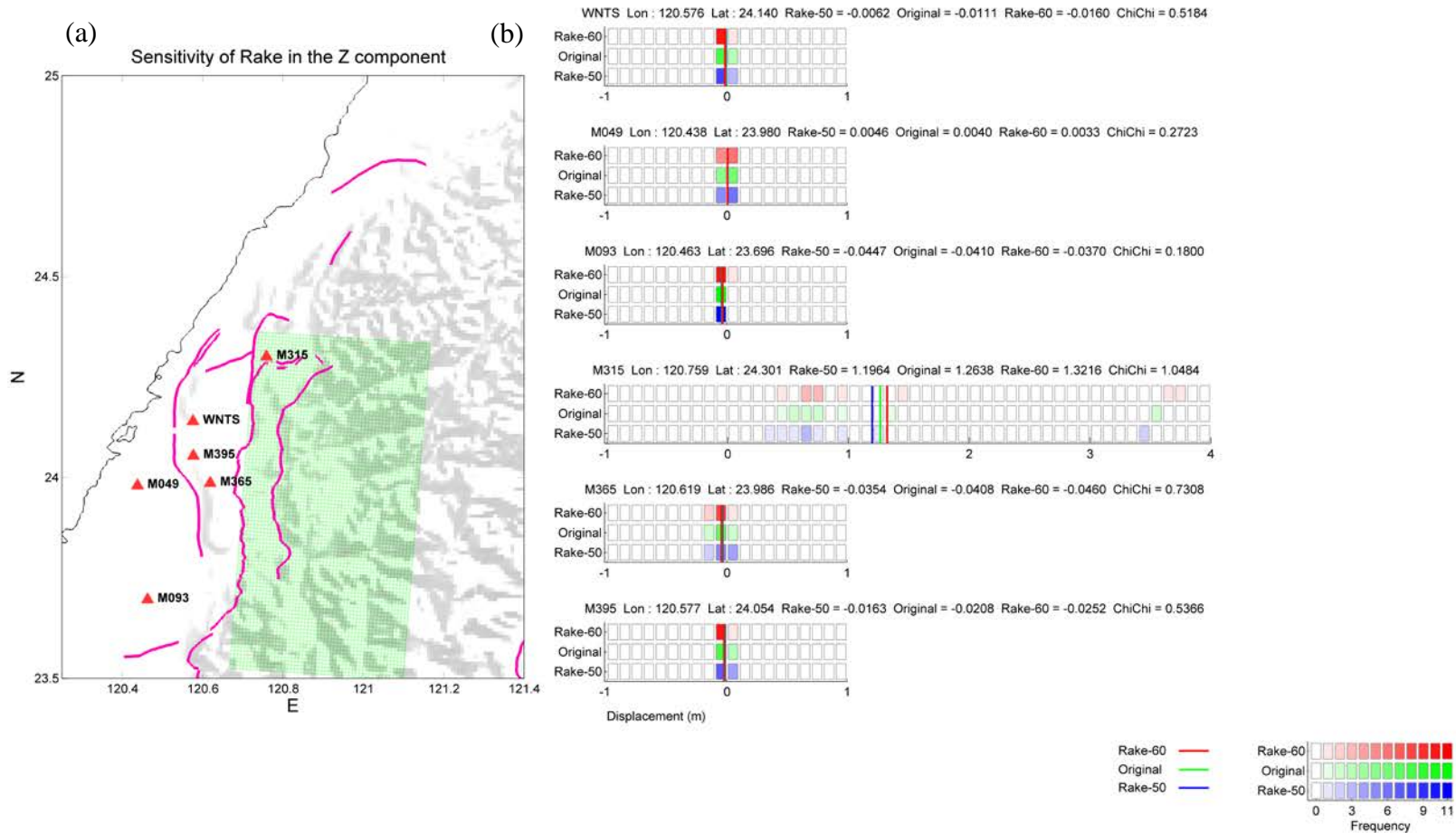


圖 A 84、隨機模型改變震源參數 rake 經過彈性錯位理論算出的垂直向變形量分布圖(a) rake 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(M049、M093、M315、M365、M395、WNTS)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值。

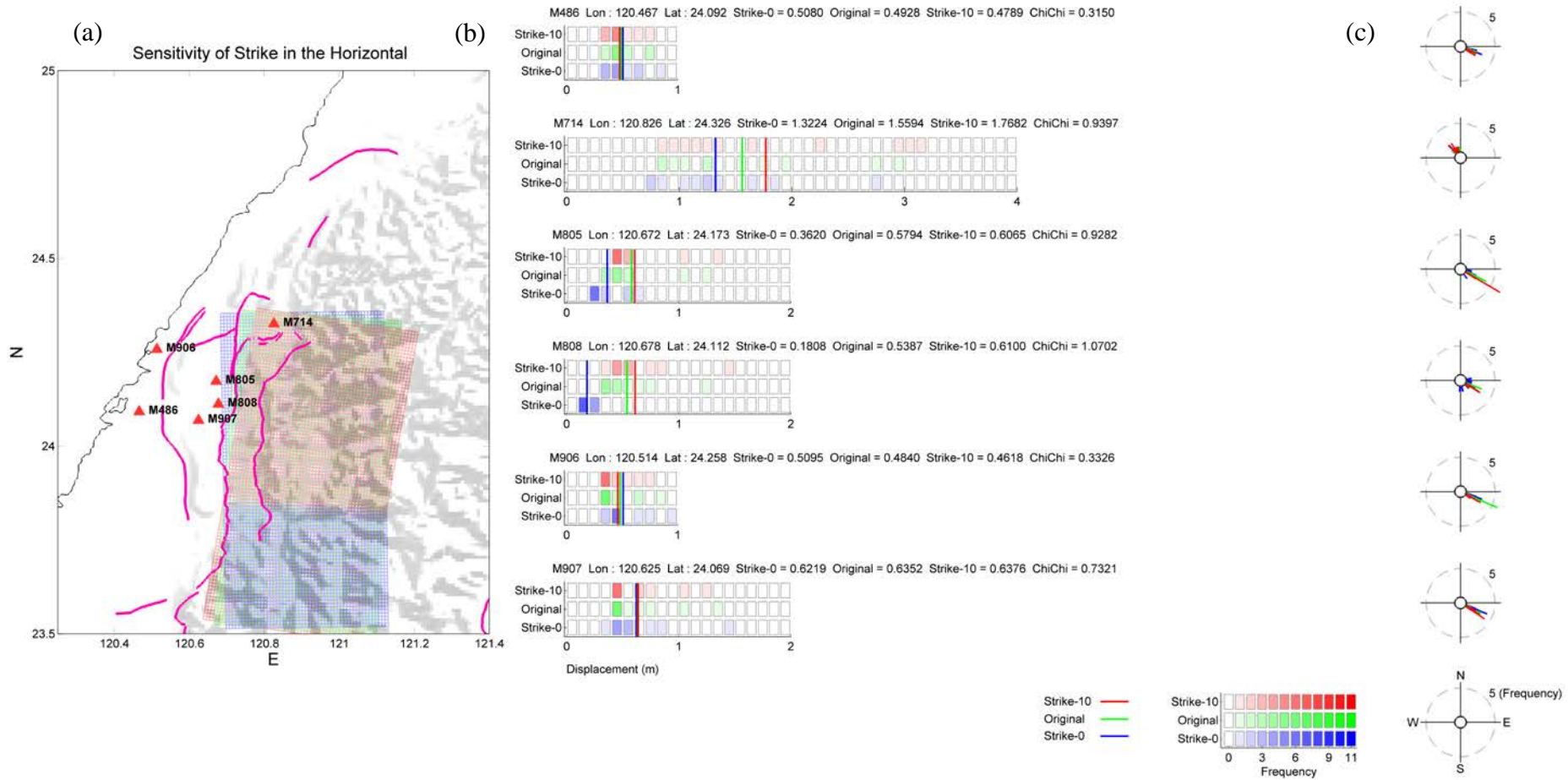


圖 A 85、隨機模型改變震源參數 strike 角度，經過彈性錯位理論算出的水平向地表變形量分布圖(a) strike 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(M486、M714、M805、M808、M906、M907)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值 (c) 十一組隨機模型對紅色三角形測站地表變形水平方位角發生率之玫瑰圖。

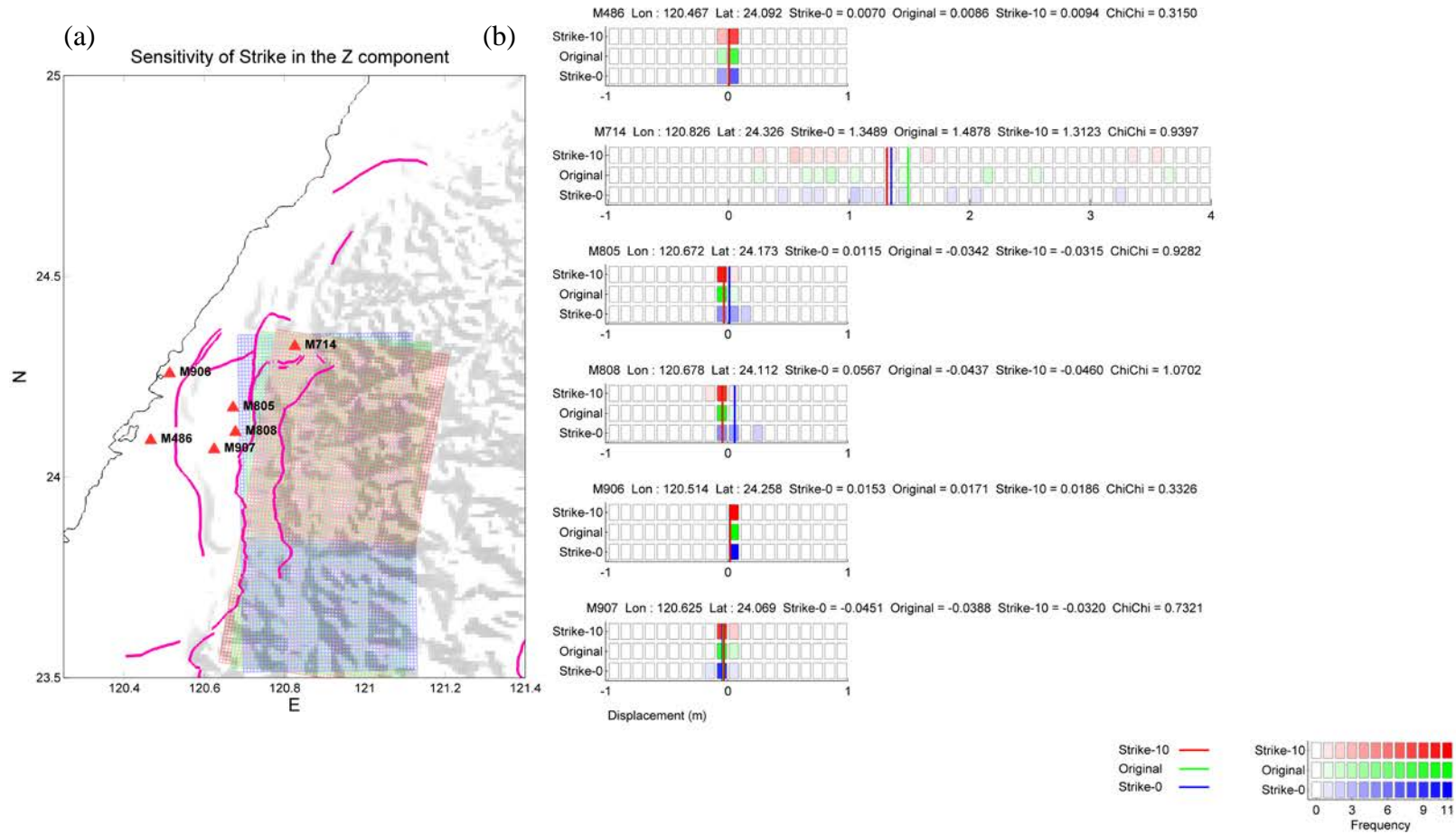


圖 A 86、隨機模型改變震源參數 strike 角度，經過彈性錯位理論算出的垂直向變形量分布圖(a) strike 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(M486、M714、M805、M808、M906、M907)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值。

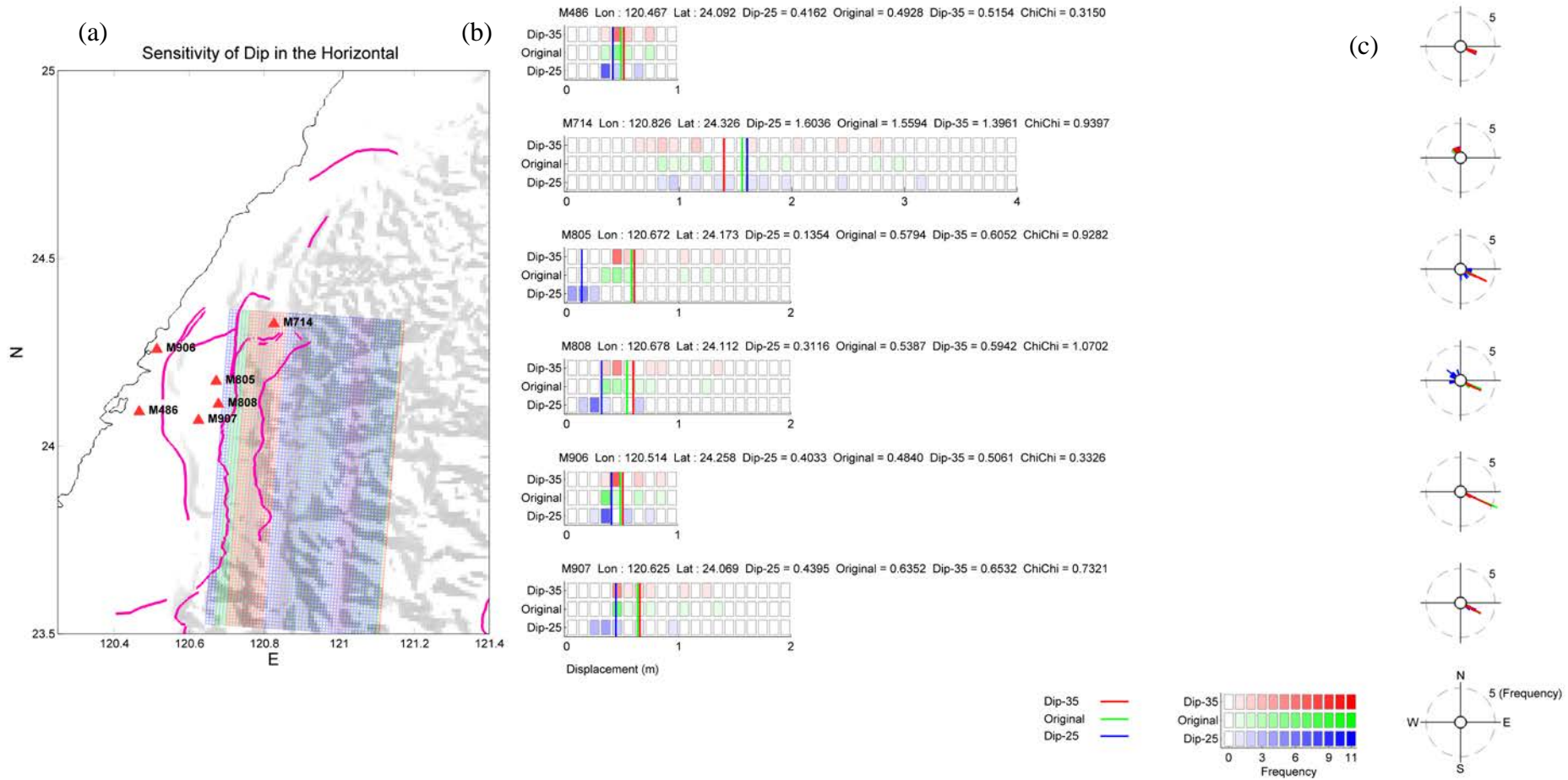


圖 A 87、隨機模型改變震源參數 dip 經過彈性錯位理論算出的水平向變形量分布圖(a) dip 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(M486、M714、M805、M808、M906、M907)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值 (c)十一組隨機模型對紅色三角形測站地表變形水平方位角發生率之玫瑰圖。

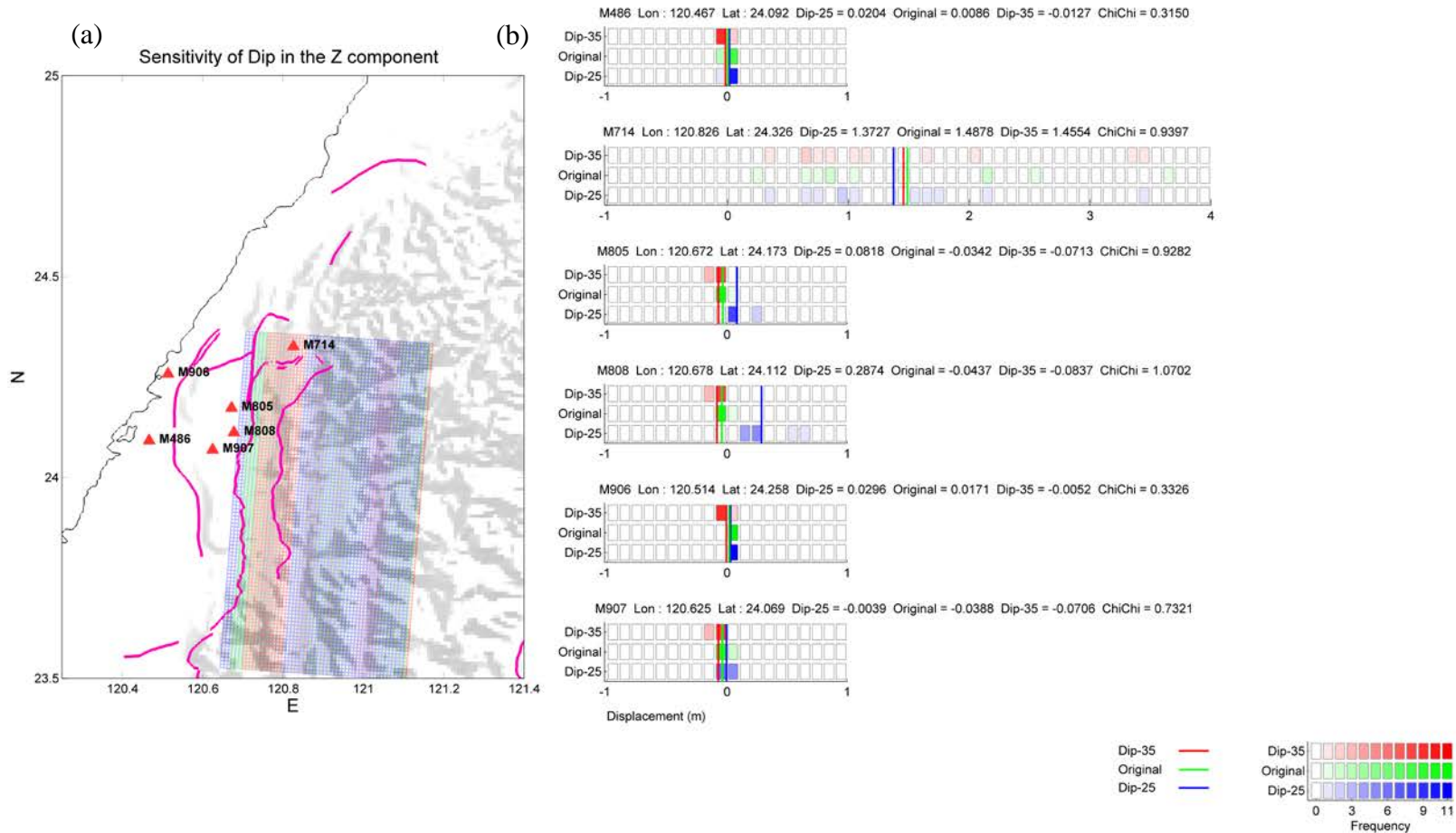


圖 A 88、隨機模型改變震源參數 dip 經過彈性錯位理論算出的垂直向變形量分布圖(a) dip 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(M486、M714、M805、M808、M906、M907)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值。

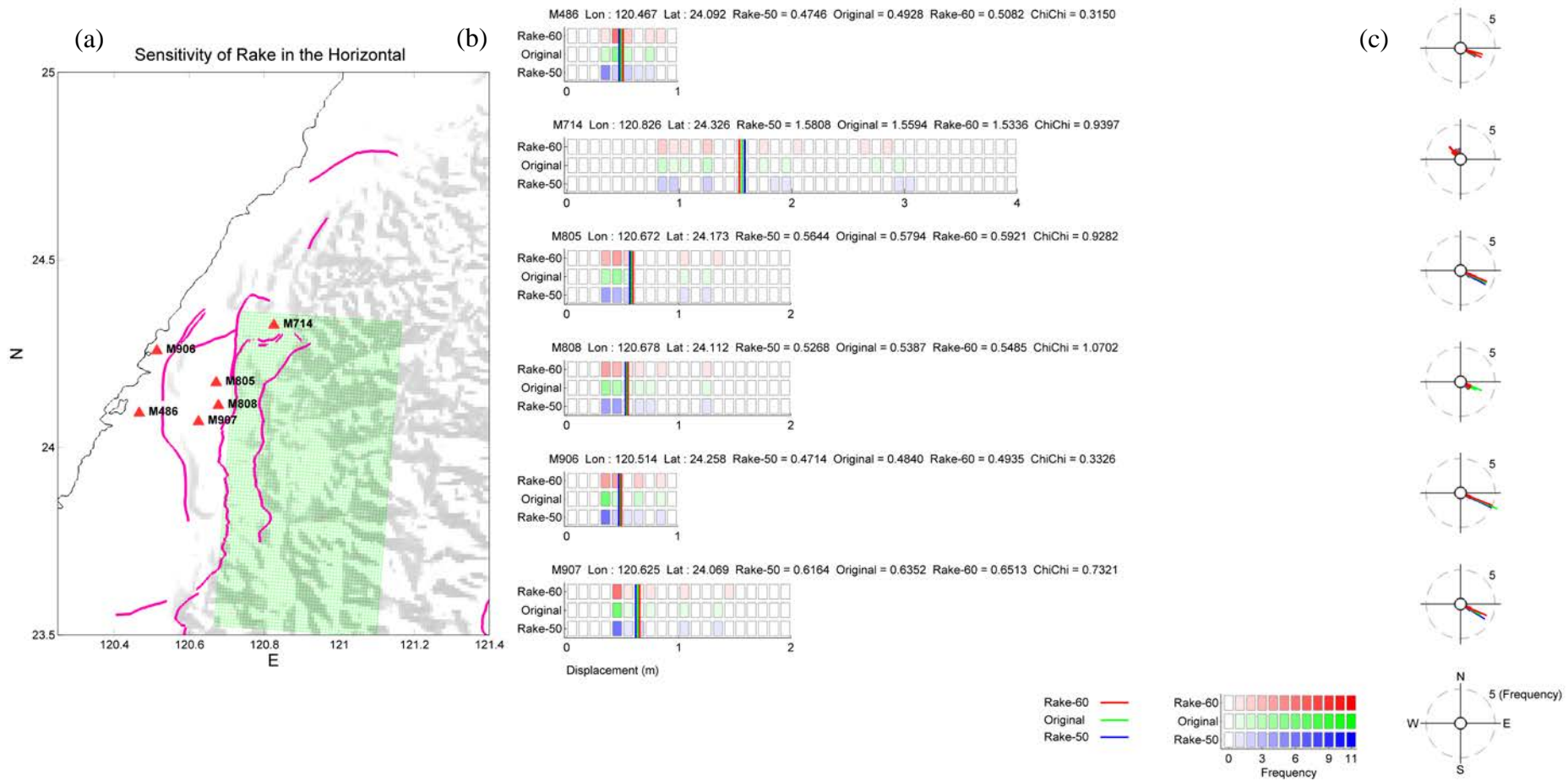


圖 A 89、隨機模型改變震源參數 rake 經過彈性錯位理論算出的水平向變形量分布圖(a) rake 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(M486、M714、M805、M808、M906、M907)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值 (c)十一組隨機模型對紅色三角形測站地表變形水平方位角發生率之玫瑰圖。

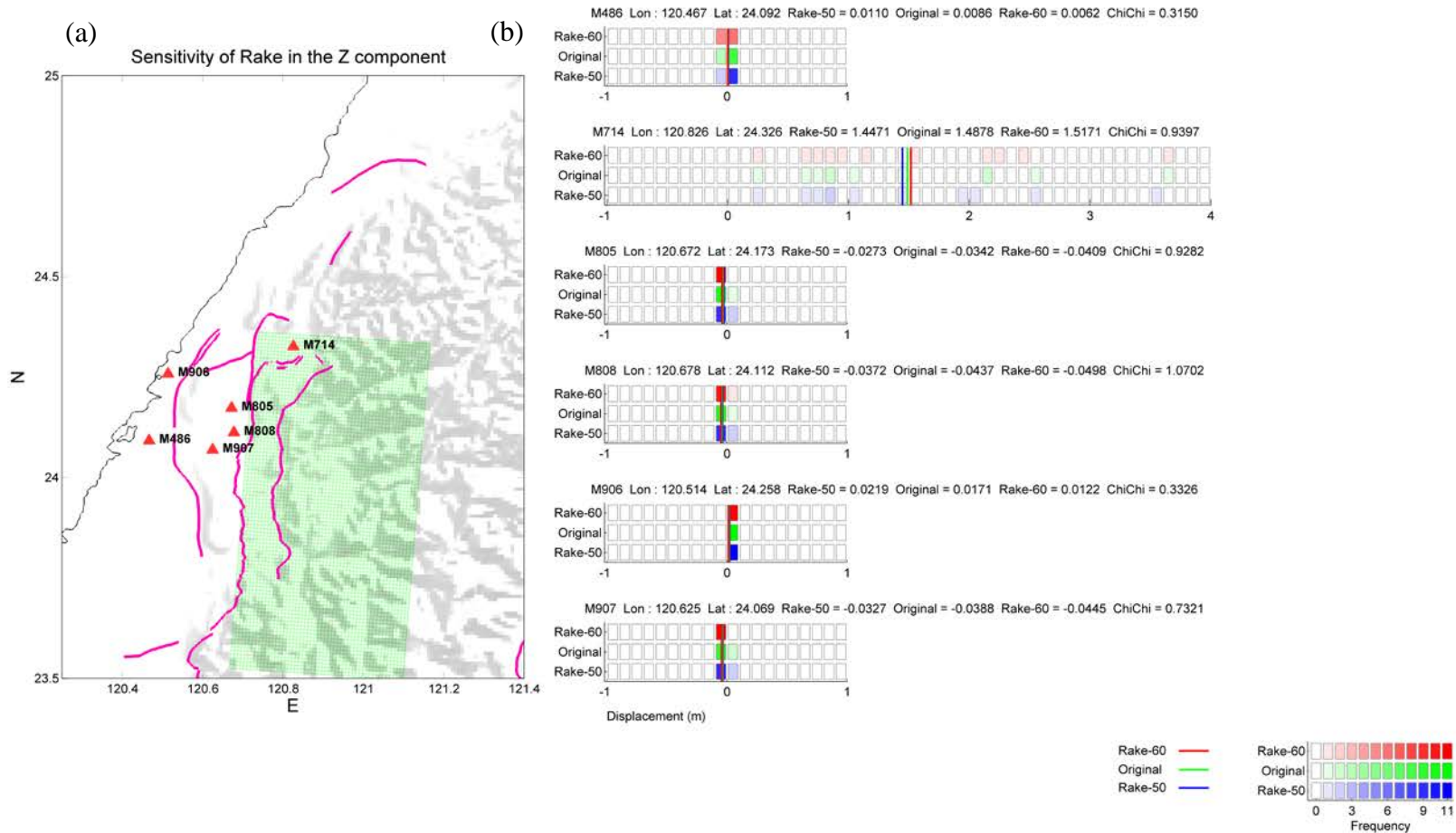


圖 A 90、隨機模型改變震源參數 rake 經過彈性錯位理論算出的垂直向變形量分布圖(a) rake 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(M486、M714、M805、M808、M906、M907)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值。

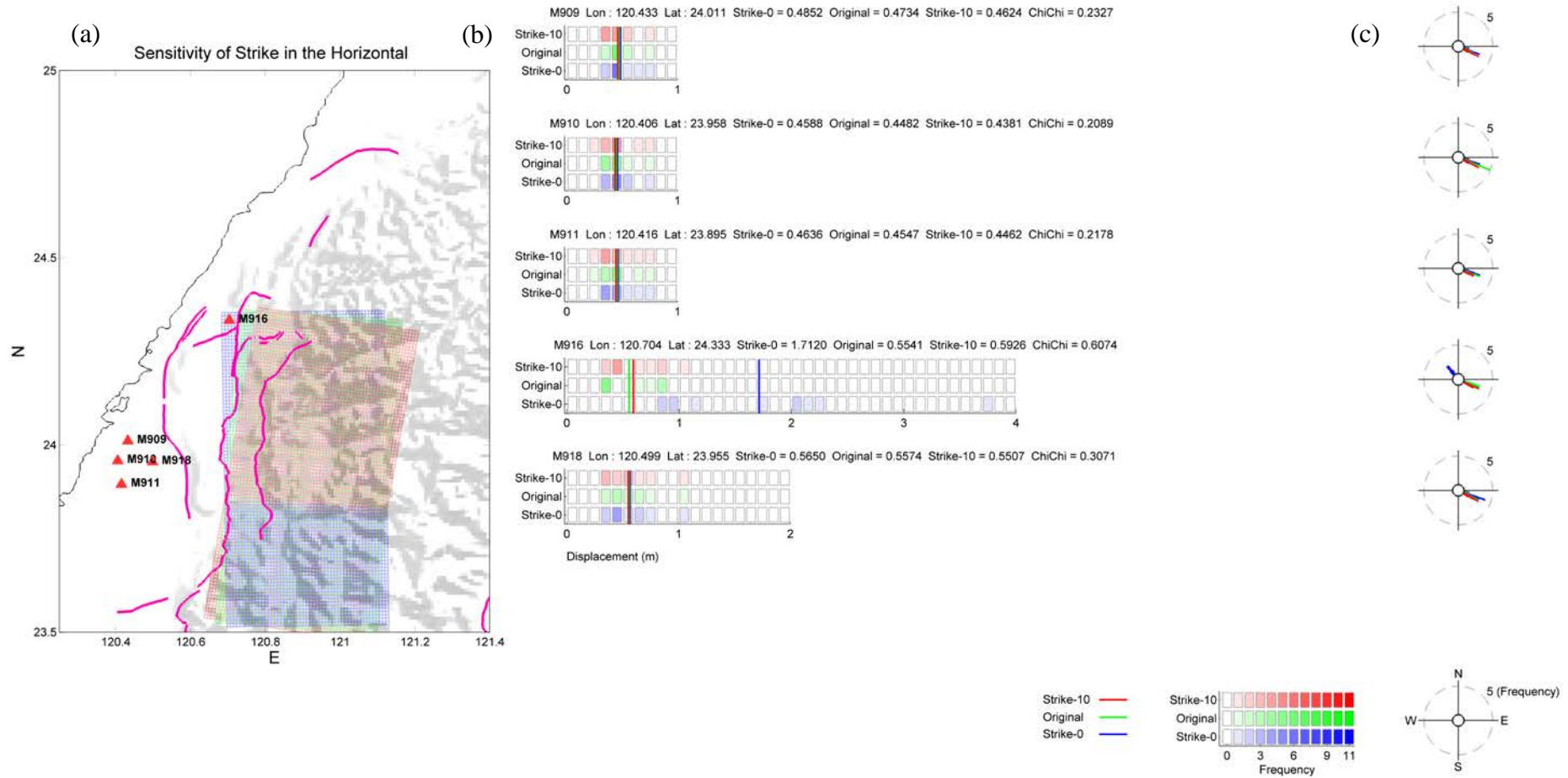


圖 A 91、隨機模型改變震源參數 strike 角度，經過彈性錯位理論算出的水平向地表變形量分布圖(a) strike 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(M909、M910、M911、M916、M918)測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值 (c)十一組隨機模型對紅色三角形測站地表變形水平方位角發生率之玫瑰圖。

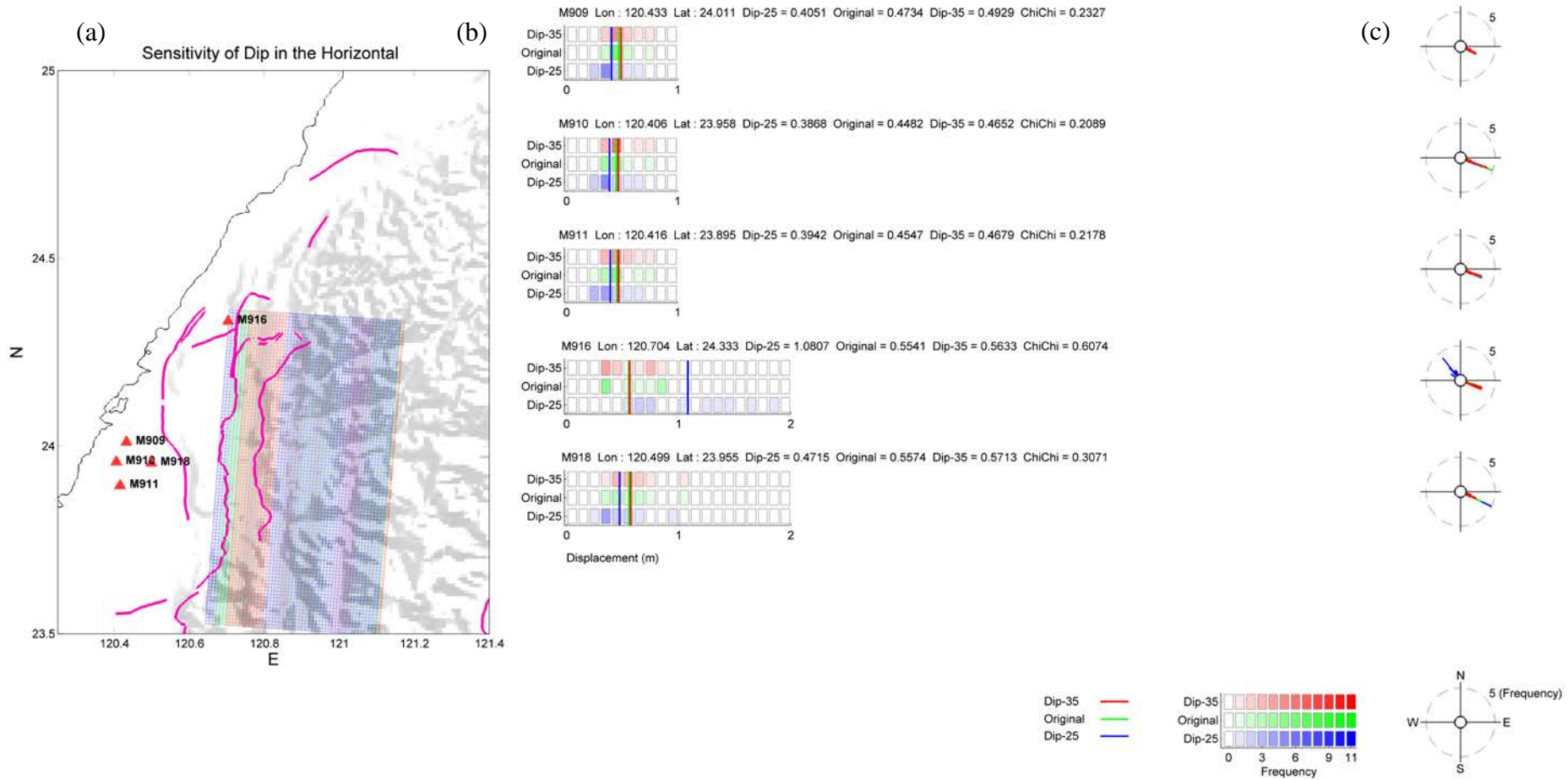


圖 A 93、隨機模型改變震源參數 dip 經過彈性錯位理論算出的水平向變形量分布圖(a) dip 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(M909、M910、M911、M916、M918) 測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值 (c)十一組隨機模型對紅色三角形測站地表變形水平方位角發生率之玫瑰圖。

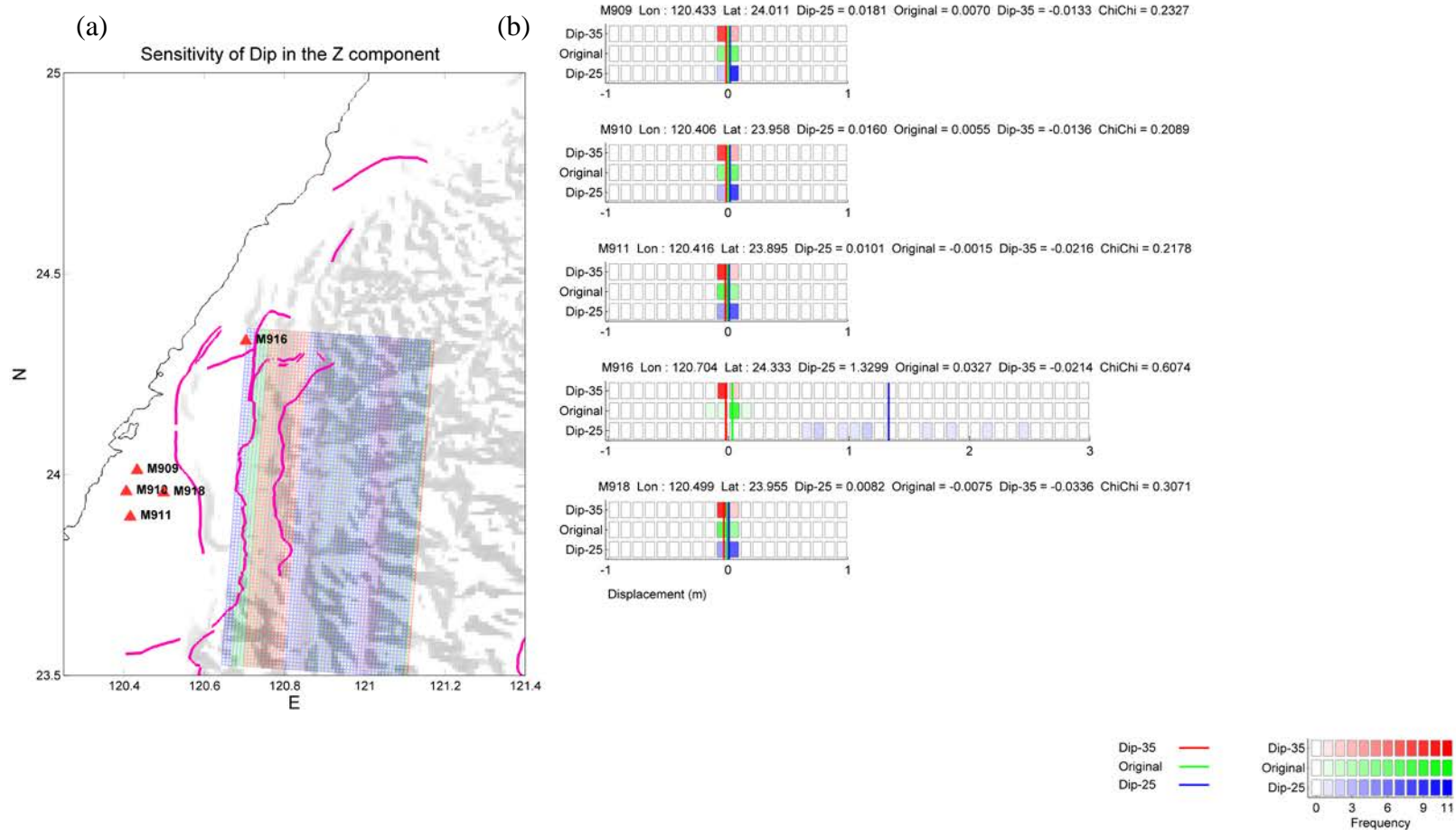


圖 A 94、隨機模型改變震源參數 dip 經過彈性錯位理論算出的垂直向變形量分布圖(a) dip 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(M909、M910、M911、M916、M918) 測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值。

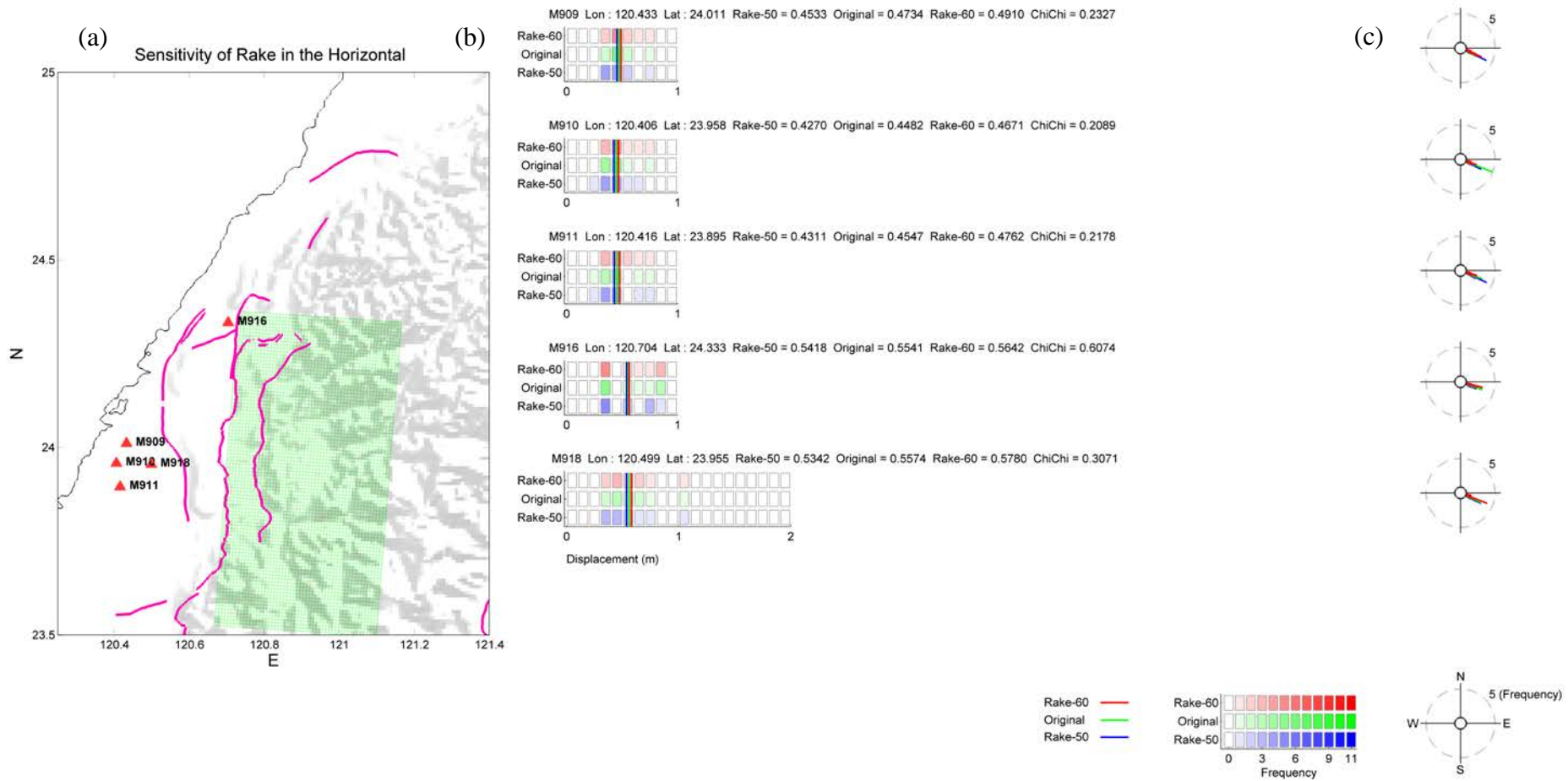


圖 A 95、隨機模型改變震源參數 rake 經過彈性錯位理論算出的水平向變形量分布圖(a) rake 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(M909、M910、M911、M916、M918) 測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值 (c)十一組隨機模型對紅色三角形測站地表變形水平方位角發生率之玫瑰圖。

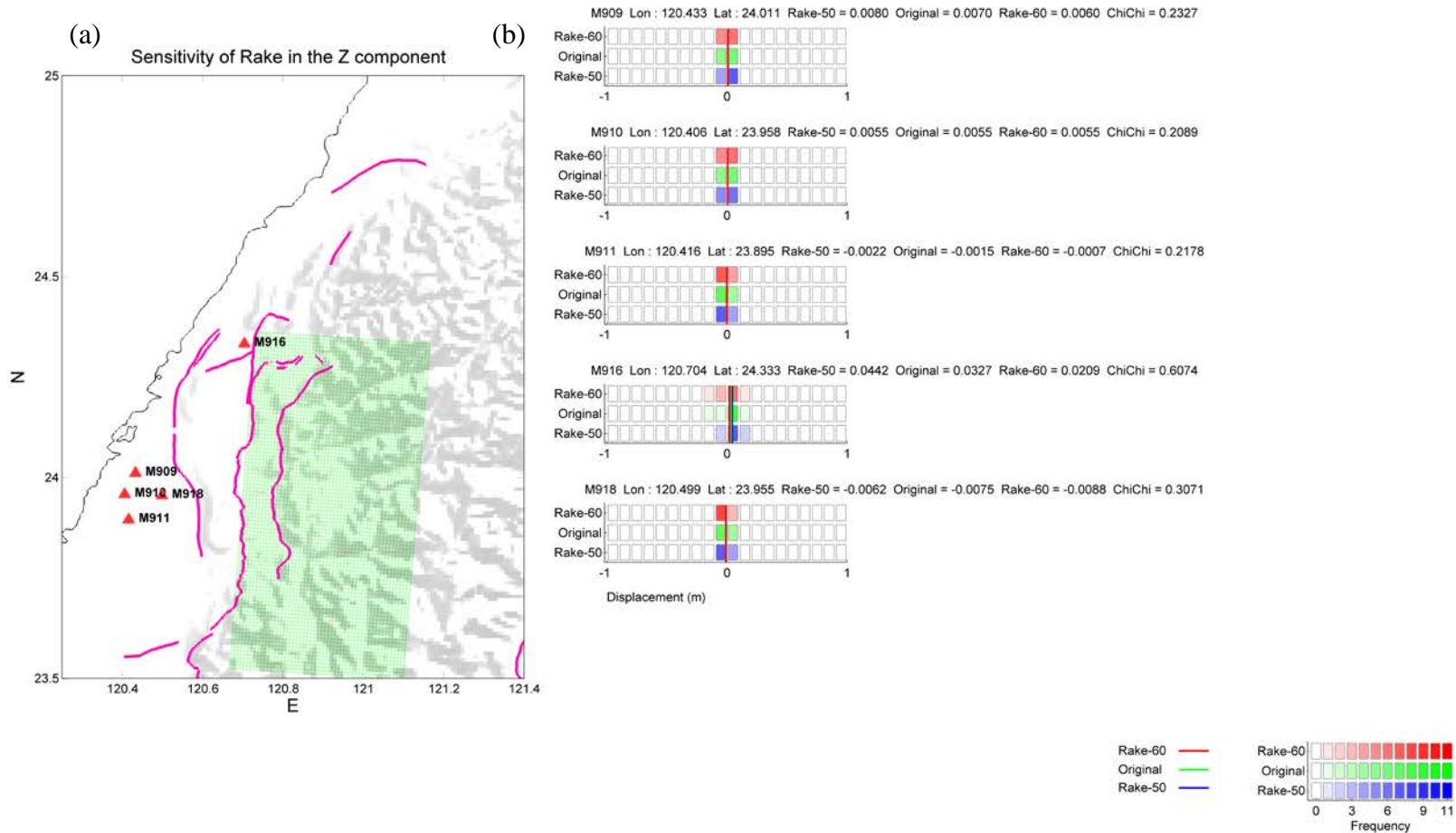


圖 A 96、隨機模型改變震源參數 rake 經過彈性錯位理論算出的垂直向變形量分布圖(a) rake 為 0 度 5 度及 10 度之震源模型，紅色三角形為測站(M909、M910、M911、M916、M918) 測站(b)各測站地表變形量之分布圖，直線條為平均值。

附錄 B

表 B1 改變隨機滑移模型參數，各 GPS 測站位置的水平向平均地表變形量

Station	Longitude	Latitude	Original	Dip		Strike		Rake	
				25°	35°	0°	10°	50°	60°
5936	121.119	24.015	0.9478	0.9879	0.8884	0.9143	0.9878	0.9794	0.9181
6389	121.276	24.154	0.4839	0.5260	0.4386	0.4983	0.4680	0.4695	0.5033
AF22	120.738	23.962	1.9694	2.0551	1.3681	1.9257	2.0310	2.0479	1.8956
AF23	120.711	23.987	1.5691	1.8602	0.3265	1.6356	1.1392	1.6238	1.5168
AF24	120.717	24.037	1.4010	1.8356	0.2345	1.6822	0.5129	1.4287	1.3752
AF25	120.744	24.125	1.6163	1.9223	0.6581	1.8130	1.0902	1.6734	1.5604
AF27	120.744	24.086	1.7010	1.9676	0.8385	1.8348	1.4099	1.7642	1.6393
AF30	120.759	23.885	2.2441	2.3557	1.7878	2.2213	2.2611	2.3316	2.1564
G042	120.751	23.751	2.4292	2.5016	2.0649	2.4577	2.3774	2.4967	2.3651
G043	120.712	23.810	2.5412	2.5744	0.8559	2.5213	2.5320	2.6175	2.4676
G044	120.742	23.834	2.3574	2.5132	1.8062	2.3252	2.3888	2.4391	2.2758
G099	120.887	24.173	1.6012	1.7169	1.4115	1.4958	1.6967	1.6772	1.5245
G104	120.780	24.243	1.8083	1.9745	1.2958	1.7796	1.5473	1.8575	1.7576
HTZS	120.974	23.976	1.4659	1.5462	1.3522	1.4204	1.5160	1.5374	1.3939
I007	120.766	23.758	2.3665	2.4302	2.0475	2.4107	2.3053	2.4402	2.2946
JFES	120.834	23.936	1.9559	2.0715	1.6767	1.9388	1.9687	2.0240	1.8887
S016	120.795	24.181	1.7721	1.9282	1.4342	1.7564	1.7204	1.8400	1.7058
S030	121.019	24.282	0.8139	0.8682	0.7759	0.7404	0.9168	0.8330	0.8013
S038	121.133	23.755	0.9450	1.0197	0.8418	0.9719	0.9210	0.9507	0.9373
M043	120.851	24.131	1.7145	1.8448	1.5011	1.6472	1.7715	1.7972	1.6331
M075	120.841	24.281	1.6309	1.7207	1.4420	1.4356	1.7781	1.6804	1.5794
M305	120.811	24.000	1.8930	2.0657	1.5796	1.8875	1.8953	1.9764	1.8130
M312	120.825	24.173	1.7588	1.9068	1.4964	1.7009	1.7774	1.8348	1.6839
M314	120.742	24.105	1.5989	1.9218	0.6591	1.8008	1.1544	1.6573	1.5424
M324	120.735	24.222	1.3953	1.7432	0.1051	1.7541	0.4423	1.4324	1.3598
M345	120.744	24.141	1.6151	1.9133	0.6368	1.8013	1.0772	1.6700	1.5617
M360	120.934	23.868	1.5705	1.6896	1.4357	1.5634	1.5804	1.6420	1.4999
M398	120.704	23.914	2.1130	2.3463	0.3946	2.2997	1.8507	2.1992	2.0294
M400	120.752	23.680	2.3527	2.3865	2.0048	2.5044	2.2014	2.4015	2.3089
M402	120.903	24.103	1.5911	1.7114	1.4025	1.5349	1.6505	1.6690	1.5132
M408	120.841	23.779	1.8889	2.0060	1.7402	1.9317	1.8514	1.9586	1.8239
M426	120.917	24.049	1.6358	1.7514	1.4380	1.5933	1.6732	1.7142	1.5561

M479	120.708	23.845	2.1836	2.3721	0.1682	2.0809	2.3176	2.2705	2.1026
M482	120.692	23.968	0.1819	1.8661	0.6218	1.4602	0.6665	0.1826	0.1803
M487	121.223	24.118	0.6087	0.6490	0.5630	0.6063	0.6139	0.6074	0.6141
M493	120.720	23.775	2.4770	2.5783	1.4587	2.5399	2.4701	2.5614	2.3959
M501	120.900	23.953	1.7303	1.8213	1.5657	1.6947	1.7665	1.8143	1.6446
M509	120.890	23.816	1.7075	1.8408	1.5418	1.7184	1.6985	1.7755	1.6418
M584	120.963	24.212	1.2445	1.3416	1.1209	1.1408	1.3704	1.2899	1.1998
M912	120.925	23.777	1.5590	1.7201	1.3568	1.5805	1.5397	1.6067	1.5131
M959	121.174	24.031	0.7897	0.8252	0.7392	0.7696	0.8158	0.8052	0.7769
M961	121.124	23.982	0.9408	0.9819	0.8795	0.9141	0.9747	0.9702	0.9135
A247	120.400	24.022	0.4399	0.3781	0.4598	0.4524	0.4282	0.4209	0.4565
AF01	120.555	23.771	0.6536	0.5479	0.6317	0.6442	0.6662	0.6204	0.6844
AF02	120.535	23.826	0.6240	0.5266	0.6179	0.6209	0.6290	0.5945	0.6509
AF04	120.526	23.873	0.6079	0.5123	0.6104	0.6090	0.6083	0.5809	0.6322
AF05	120.578	23.900	0.6893	0.5506	0.6860	0.6894	0.6917	0.6633	0.7125
AF06	120.638	23.872	0.7854	0.3920	0.7619	0.7719	0.8061	0.7605	0.8074
AF07	120.517	23.987	0.5731	0.4796	0.5885	0.5813	0.5654	0.5508	0.5926
AF09	120.506	24.039	0.5456	0.4564	0.5655	0.5571	0.5349	0.5251	0.5633
AF11	120.676	23.896	0.6287	1.7007	0.7021	0.5691	0.6550	0.6116	0.6437
AF12	120.629	23.908	0.7609	0.4842	0.7431	0.7626	0.7635	0.7354	0.7835
AF13	120.690	23.948	0.2131	2.1304	0.6542	1.6383	0.6470	0.2137	0.2120
AF14	120.635	24.017	0.6720	0.4224	0.6828	0.6470	0.6850	0.6532	0.6881
AF15	120.640	24.096	0.6208	0.3876	0.6423	0.5868	0.6290	0.6033	0.6358
AF16	120.660	24.038	0.6291	0.1940	0.6554	0.5573	0.6637	0.6131	0.6426
AF17	120.624	24.158	0.6035	0.4315	0.6237	0.5987	0.5951	0.5853	0.6189
AF18	120.519	24.218	0.5048	0.4189	0.5277	0.5290	0.4834	0.4900	0.5166
AF19	120.561	24.075	0.5896	0.4747	0.6099	0.5993	0.5792	0.5697	0.6066
AF21	120.564	24.218	0.5465	0.4416	0.5677	0.5707	0.5235	0.5303	0.5595
AF26	120.643	24.223	0.5987	0.3981	0.6152	0.5737	0.5871	0.5814	0.6132
AF28	120.592	24.018	0.6467	0.5001	0.6591	0.6465	0.6440	0.6257	0.6648
CPUL	120.627	23.929	0.7534	0.5054	0.7344	0.7549	0.7516	0.7286	0.7752
G037	120.632	23.758	0.8578	0.4105	0.7797	0.8267	0.8941	0.8252	0.8873
G038	120.635	23.802	0.8420	0.4036	0.7856	0.8290	0.8533	0.8111	0.8697
G039	120.679	23.822	0.3885	2.4309	0.7272	0.6471	0.9758	0.3848	0.3908
G040	120.647	23.716	0.8983	0.7750	0.7758	0.8721	0.8293	0.8635	0.9302
G041	120.678	23.765	0.3706	2.5010	0.7045	0.6627	2.4263	0.3497	0.3902
G045	120.654	23.838	0.8486	0.3950	0.7843	0.8168	0.8661	0.8227	0.8712
G090	120.554	24.314	0.4892	0.4023	0.5076	0.5163	0.4649	0.4794	0.4958
G091	120.581	24.381	0.4385	0.3520	0.4582	0.4290	0.4286	0.4351	0.4390

G092	120.620	24.423	0.3721	0.2720	0.4026	0.2791	0.3954	0.3739	0.3677
G096	120.916	24.548	0.3432	0.3324	0.3486	0.3922	0.2539	0.3651	0.3190
G097	120.864	24.429	0.8727	0.8754	0.8321	0.8703	0.7040	0.9183	0.8219
G098	120.901	24.293	1.2781	1.3517	1.1886	1.1135	1.4844	1.3195	1.2368
G102	120.779	24.300	1.7802	1.8976	1.3101	1.6665	1.4906	1.8175	1.7407
G103	120.710	24.262	0.3527	1.4775	0.5242	1.7055	0.5954	0.3510	0.3534
M326	120.567	24.256	0.5356	0.4340	0.5549	0.5647	0.5096	0.5212	0.5469
M428	120.614	24.329	0.5385	0.4201	0.5469	0.5698	0.5082	0.5284	0.5452
M525	120.803	24.377	1.2551	1.3392	1.1733	1.2443	1.3314	1.2867	1.2214
M553	120.798	24.546	0.1778	0.2106	0.1459	0.2906	0.1013	0.1829	0.1716
M904	120.599	24.300	0.5457	0.4320	0.5584	0.5785	0.5153	0.5331	0.5550
MERK	120.301	23.799	0.3134	0.2755	0.3248	0.3263	0.2997	0.2912	0.3342
TECS	120.647	24.358	0.5337	0.3838	0.5337	0.5277	0.5095	0.5271	0.5369
WNTS	120.576	24.140	0.5796	0.4594	0.6016	0.5928	0.5648	0.5610	0.5952
M049	120.438	23.980	0.4816	0.4128	0.4994	0.4922	0.4717	0.4604	0.5004
M093	120.463	23.696	0.4100	0.3599	0.4080	0.4204	0.3978	0.3785	0.4404
M315	120.759	24.301	1.7465	1.8991	0.8315	1.7427	0.1016	1.7975	1.6932
M365	120.619	23.986	0.6981	0.4991	0.6976	0.6871	0.7016	0.6770	0.7164
M395	120.577	24.054	0.6133	0.4849	0.6313	0.6189	0.6060	0.5929	0.6307
M486	120.467	24.092	0.4928	0.4162	0.5154	0.5080	0.4789	0.4746	0.5082
M714	120.826	24.326	1.5594	1.6036	1.3961	1.3224	1.7682	1.5808	1.5336
M805	120.672	24.173	0.5794	0.1354	0.6052	0.3620	0.6065	0.5644	0.5921
M808	120.678	24.112	0.5387	0.3116	0.5942	0.1808	0.6100	0.5268	0.5485
M906	120.514	24.258	0.4840	0.4033	0.5061	0.5095	0.4618	0.4714	0.4935
M907	120.625	24.069	0.6352	0.4395	0.6532	0.6219	0.6376	0.6164	0.6513
M909	120.433	24.011	0.4734	0.4051	0.4929	0.4852	0.4624	0.4533	0.4910
M910	120.406	23.958	0.4482	0.3868	0.4652	0.4588	0.4381	0.4270	0.4671
M911	120.416	23.895	0.4547	0.3942	0.4679	0.4636	0.4462	0.4311	0.4762
M916	120.704	24.333	0.5541	1.0807	0.5633	1.7120	0.5926	0.5418	0.5642
M918	120.499	23.955	0.5574	0.4715	0.5713	0.5650	0.5507	0.5342	0.5780

表 B2 改變隨機滑移模型參數，各 GPS 測站位置的垂直向平均地表變形量

Station	Longitude	Latitude	Original	Dip		Strike		Rake	
				25°	35°	0°	10°	50°	60°
5936	121.119	24.015	0.1377	0.0311	0.2540	0.1112	0.1689	0.1413	0.1330
6389	121.276	24.154	-0.0852	-0.1516	-0.0021	-0.1020	-0.0496	-0.0720	-0.0979
AF22	120.738	23.962	1.3096	1.0935	1.5159	1.2732	1.3464	1.2339	1.3753
AF23	120.711	23.987	1.0303	1.1459	-0.0081	1.1424	1.4028	0.9732	1.0796
AF24	120.717	24.037	0.9925	1.3561	0.0260	1.4487	0.6340	0.9266	1.0507
AF25	120.744	24.125	1.2937	1.1876	0.9530	1.2967	0.8606	1.2063	1.3712
AF27	120.744	24.086	1.3604	1.2268	1.0991	1.3253	1.0282	1.2819	1.4286
AF30	120.759	23.885	1.1269	0.8995	1.4715	1.1095	1.1445	1.0512	1.1941
G042	120.751	23.751	1.5212	1.4532	1.5735	1.4288	1.5860	1.4236	1.6073
G043	120.712	23.810	1.3582	1.2431	1.0859	1.4274	1.3259	1.2681	1.4380
G044	120.742	23.834	1.3236	1.1891	1.6172	1.3048	1.3496	1.2442	1.3930
G099	120.887	24.173	0.9451	0.7309	1.1546	0.7762	1.0952	0.8849	0.9981
G104	120.780	24.243	1.2808	1.2496	1.3280	1.3778	1.1319	1.2018	1.3500
HTZS	120.974	23.976	0.5773	0.4351	0.7427	0.5509	0.6091	0.5558	0.5944
I007	120.766	23.758	1.5654	1.3829	1.5361	1.5203	1.5694	1.4628	1.6560
JFES	120.834	23.936	1.0275	0.9957	1.1078	1.0482	1.0055	0.9658	1.0814
S016	120.795	24.181	1.2556	1.1197	1.3832	1.2203	1.2723	1.1759	1.3258
S030	121.019	24.282	0.5221	0.4232	0.6610	0.3922	0.6828	0.5299	0.5104
S038	121.133	23.755	0.0150	-0.1090	0.1329	0.0119	0.0207	0.0096	0.0202
M043	120.851	24.131	1.0554	0.8588	1.2416	0.9370	1.1463	0.9858	1.1170
M075	120.841	24.281	1.3474	1.1529	1.4646	1.1660	1.3864	1.2837	1.4008
M305	120.811	24.000	0.9105	0.8028	1.2263	0.9125	0.9477	0.8414	0.9728
M312	120.825	24.173	1.2030	1.0149	1.3457	1.0928	1.2406	1.1227	1.2741
M314	120.742	24.105	1.2447	1.1842	0.9150	1.3065	0.8531	1.1603	1.3197
M324	120.735	24.222	0.9986	1.0910	0.1193	1.2290	-0.0049	0.9367	1.0529
M345	120.744	24.141	1.3174	1.1605	0.9992	1.2635	0.8440	1.2317	1.3930
M360	120.934	23.868	0.8114	0.6289	1.0013	0.8095	0.8167	0.7724	0.8442
M398	120.704	23.914	1.4558	1.3478	-0.0452	1.5073	1.3950	1.3507	1.5498
M400	120.752	23.680	1.4630	1.2880	1.5328	1.4340	1.4233	1.3421	1.5728
M402	120.903	24.103	0.7837	0.5665	0.9973	0.6637	0.9091	0.7329	0.8285
M408	120.841	23.779	1.2626	1.0459	1.4561	1.2973	1.2297	1.1870	1.3286
M426	120.917	24.049	0.7155	0.5182	0.9071	0.6455	0.7964	0.6731	0.7525
M479	120.708	23.845	1.3768	1.1883	0.2133	1.3626	1.4060	1.2936	1.4495
M482	120.692	23.968	0.1117	1.1278	-0.0949	1.1836	-0.0486	0.1087	0.1138
M487	121.223	24.118	-0.0565	-0.1478	0.0477	-0.0826	-0.0121	-0.0446	-0.0678
M493	120.720	23.775	1.2873	1.2538	1.9366	1.2815	1.3101	1.1987	1.3661

M501	120.900	23.953	0.9353	0.7585	1.0421	0.9014	0.9661	0.8842	0.9792
M509	120.890	23.816	1.0535	0.8345	1.2426	1.0742	1.0351	0.9982	1.1008
M584	120.963	24.212	0.6005	0.4177	0.8204	0.4643	0.7878	0.5776	0.6188
M912	120.925	23.777	0.7781	0.5933	0.9750	0.7998	0.7594	0.7271	0.8232
M959	121.174	24.031	0.0111	-0.0936	0.1251	-0.0129	0.0424	0.0209	0.0012
M961	121.124	23.982	0.1370	0.0300	0.2518	0.1151	0.1621	0.1422	0.1308
A247	120.400	24.022	0.0111	0.0206	-0.0071	0.0117	0.0097	0.0117	0.0103
AF01	120.555	23.771	-0.0467	-0.0229	-0.0805	-0.0402	-0.0547	-0.0478	-0.0453
AF02	120.535	23.826	-0.0309	-0.0102	-0.0623	-0.0271	-0.0357	-0.0310	-0.0305
AF04	120.526	23.873	-0.0221	-0.0031	-0.0520	-0.0201	-0.0250	-0.0215	-0.0226
AF05	120.578	23.900	-0.0349	-0.0106	-0.0694	-0.0342	-0.0362	-0.0324	-0.0372
AF06	120.638	23.872	-0.0702	-0.0052	-0.1083	-0.0703	-0.0702	-0.0655	-0.0745
AF07	120.517	23.987	-0.0086	0.0080	-0.0355	-0.0101	-0.0082	-0.0064	-0.0107
AF09	120.506	24.039	-0.0023	0.0126	-0.0271	-0.0047	-0.0010	0.0002	-0.0048
AF11	120.676	23.896	-0.0828	1.3390	-0.1230	-0.0676	-0.0883	-0.0783	-0.0867
AF12	120.629	23.908	-0.0587	-0.0157	-0.0958	-0.0577	-0.0594	-0.0542	-0.0628
AF13	120.690	23.948	0.1084	1.3099	-0.1037	1.6354	-0.0578	0.1045	0.1114
AF14	120.635	24.017	-0.0468	-0.0039	-0.0815	-0.0524	-0.0410	-0.0405	-0.0528
AF15	120.640	24.096	-0.0417	0.0028	-0.0741	-0.0459	-0.0346	-0.0352	-0.0478
AF16	120.660	24.038	-0.0547	0.0505	-0.0904	-0.0487	-0.0504	-0.0479	-0.0611
AF17	120.624	24.158	-0.0251	0.0059	-0.0559	-0.0316	-0.0177	-0.0189	-0.0312
AF18	120.519	24.218	0.0123	0.0258	-0.0108	0.0095	0.0145	0.0168	0.0078
AF19	120.561	24.075	-0.0137	0.0056	-0.0414	-0.0191	-0.0096	-0.0095	-0.0178
AF21	120.564	24.218	0.0042	0.0217	-0.0224	-0.0004	0.0080	0.0095	-0.0011
AF26	120.643	24.223	-0.0163	0.0205	-0.0493	-0.0189	-0.0095	-0.0091	-0.0233
AF28	120.592	24.018	-0.0288	-0.0038	-0.0606	-0.0342	-0.0246	-0.0240	-0.0333
CPUL	120.627	23.929	-0.0522	-0.0119	-0.0904	-0.0518	-0.0529	-0.0475	-0.0566
G037	120.632	23.758	-0.0871	-0.0041	-0.1304	-0.0775	-0.0987	-0.0856	-0.0879
G038	120.635	23.802	-0.0790	-0.0032	-0.1211	-0.0712	-0.0886	-0.0762	-0.0813
G039	120.679	23.822	0.0151	1.4025	-0.1335	-0.0578	1.0563	0.0128	0.0172
G040	120.647	23.716	-0.1138	0.6061	-0.1551	-0.0961	-0.1292	-0.1138	-0.1129
G041	120.678	23.765	0.3484	1.3552	-0.1442	-0.0946	1.8697	0.3211	0.3730
G045	120.654	23.838	-0.0793	0.3403	-0.1245	-0.0778	-0.0857	-0.0741	-0.0840
G090	120.554	24.314	0.0188	0.0333	-0.0058	0.0183	0.0201	0.0251	0.0124
G091	120.581	24.381	0.0202	0.0342	-0.0031	0.0196	0.0217	0.0280	0.0122
G092	120.620	24.423	0.0158	0.0295	-0.0049	0.0129	0.0192	0.0252	0.0062
G096	120.916	24.548	0.0424	0.0360	0.0597	0.0713	0.0154	0.0530	0.0316
G097	120.864	24.429	0.4334	0.4280	0.4385	0.5012	0.2732	0.4594	0.4041
G098	120.901	24.293	1.0967	0.8731	1.2943	0.8267	1.3242	1.0695	1.1156

G102	120.779	24.300	1.3157	1.2930	1.3738	1.4378	1.1416	1.2499	1.3715
G103	120.710	24.262	0.0380	1.0860	-0.0422	1.3278	-0.0140	0.0423	0.0333
M326	120.567	24.256	0.0099	0.0270	-0.0169	0.0068	0.0127	0.0157	0.0040
M428	120.614	24.329	0.0173	0.0393	-0.0145	0.0223	0.0175	0.0255	0.0089
M525	120.803	24.377	1.1321	1.1670	1.1274	1.1551	1.3902	1.1627	1.0928
M553	120.798	24.546	0.0033	0.0085	0.0061	0.0262	-0.0059	0.0126	-0.0061
M904	120.599	24.300	0.0132	0.0335	-0.0169	0.0133	0.0149	0.0204	0.0058
MERK	120.301	23.799	-0.0039	0.0037	-0.0166	0.0010	-0.0095	-0.0063	-0.0014
TECS	120.647	24.358	0.0229	0.0529	-0.0138	0.0450	0.0192	0.0331	0.0124
WNTS	120.576	24.140	-0.0111	0.0092	-0.0387	-0.0177	-0.0058	-0.0062	-0.0160
M049	120.438	23.980	0.0040	0.0157	-0.0170	0.0046	0.0026	0.0046	0.0033
M093	120.463	23.696	-0.0410	-0.0266	-0.0603	-0.0318	-0.0519	-0.0447	-0.0370
M315	120.759	24.301	1.2638	1.1999	1.2523	1.4169	0.1548	1.1964	1.3216
M365	120.619	23.986	-0.0408	-0.0069	-0.0771	-0.0456	-0.0375	-0.0354	-0.0460
M395	120.577	24.054	-0.0208	0.0009	-0.0502	-0.0266	-0.0163	-0.0163	-0.0252
M486	120.467	24.092	0.0086	0.0204	-0.0127	0.0070	0.0094	0.0110	0.0062
M714	120.826	24.326	1.4878	1.3727	1.4554	1.3489	1.3123	1.4471	1.5171
M805	120.672	24.173	-0.0342	0.0818	-0.0713	0.0115	-0.0315	-0.0273	-0.0409
M808	120.678	24.112	-0.0437	0.2874	-0.0837	0.0567	-0.0460	-0.0372	-0.0498
M906	120.514	24.258	0.0171	0.0296	-0.0052	0.0153	0.0186	0.0219	0.0122
M907	120.625	24.069	-0.0388	-0.0039	-0.0706	-0.0451	-0.0320	-0.0327	-0.0445
M909	120.433	24.011	0.0070	0.0181	-0.0133	0.0072	0.0061	0.0080	0.0060
M910	120.406	23.958	0.0055	0.0160	-0.0136	0.0070	0.0033	0.0055	0.0055
M911	120.416	23.895	-0.0015	0.0101	-0.0216	0.0011	-0.0049	-0.0022	-0.0007
M916	120.704	24.333	0.0327	1.3299	-0.0214	1.2619	0.0148	0.0442	0.0209
M918	120.499	23.955	-0.0075	0.0082	-0.0336	-0.0076	-0.0083	-0.0062	-0.0088