



大仁科技大學

TAJEN UNIVERSITY

大仁學報

TAJEN JOURNAL

第五十期

No. 50 March 2017

大仁學報第四十九期

目 錄

CONTENTS

生物復育廢機油污染場址之可行性評估

Using Bio-phytoremediation to restored an oil pollution Site feasibility assessment

.....廖偉志、李芳胤、賴文亮 1

植生復育重金屬污染場址之案例評析

A Case Study of Heavy Metal Pollution Site Using Phytoremediation Technology

.....廖偉志、李芳胤、賴文亮 13

延伸嚇阻理論與台海危機— 以 1950 年代美中台關係為中心 —

Extended Deterrence Theory and the Taiwan Strait Crisis — Based on 1950s the

U . S . -China-Taiwan R elations —伊藤幹彥 25

以多層次因果分析探討素食觀點

Exploring viewpoint of vegetable diet through causal layered analysis

.....蔡立旭、王居卿 49

運用失效模式與效應分析改善配銷中心的物流程序

Applying FMEA to Improve the Logistics Process in the Distribution Center

.....蔡立旭、王居卿 65

外語自我效能及後設認知自我調整策略與幼保系學生外語線上學習
神馳經驗的關係

The Relationships of EFL Self-Efficacy and Metacognitive Self-Regulation to Online

Flow among EFL Childhood Care Students 陳柏軒 75

生物復育廢機油污染 場址之可行性評估

廖偉志* 李芳胤**a 賴文亮**

摘要

本研究場址位於屏東縣九如鄉，主要污染物為總石油碳氫化合物（TPH）。計畫自 101 年起執行迄 104 年，主要目的在於以生物復育法(蚯蚓與石化分解菌)改善污染。在場址內共設置六個試驗區，除對照區外，另設有三個生物復育區與二個為植生復育區。在三年餘的試驗後發現，各復育區之 TPH 濃度多呈現降低趨勢，三個生物復育區土壤中之 TPH 濃度減量百分比介於 33%~97%，植生復育區則為 19%~81%；不過，多數土層中之 TPH 濃度仍高於土壤污染管制標準。

關鍵詞：廢機油污染、TPH、石化分解菌

*大仁科技大學 環境與職業安全衛生系 講師

**大仁科技大學 環境與職業安全衛生系 教授

a 通訊作者

Using Bio-phytoremediation to restored an oil pollution Site feasibility assessment

Wei-Zhi Liao* Fang-Yin Lee*^a Wen-Liang Lai**

Abstract

The contaminated site proposed in this study is located at Jiuru Township, Pingtung County, According to previous investigations, the major contaminants in soils were total petroleum hydrocarbon (TPH). The objective of this research project is to conduct remediation in the contaminated site. Five treatment plots were designated in the highly contaminated area, in which three were designed for bio-phytoremediation (BP1, BP2, and BP3) and two for phytoremediation practice (PR1 and PR2). One control plot was used for comparison purposes. Since the initiation of this study in 2012, earthworm (*E. fetida*) and petroleum-degrading bacteria (*Pseudomonas* sp. NKNU01) have been utilized for bioremediation, The results of soil analysis showed a trend of decreasing TPH concentrations in most treatment plots, and the removal rate of TPH within the three bio-phytoremediation plots ranged from 33%~97% and from 19%~81% in the two phytoremediation plots. However, TPH concentrations were not significantly reduced and thus most soils were still highly contaminated.

Keywords: Waste oil pollution ; TPH ; petroleum-degrading bacteria

* Tajen Department of Environment and Occupational Safety and Hygiene lecturer

** Tajen Department of Environment and Occupational Safety and Hygiene professor

^a Corresponding authors

壹、前言

本研究場址位於屏東縣九如鄉大坵村，總面積 27,550 平方公尺。由於污染行為人於場址內長期非法從事廢機油提煉與回收處理作業而污染土壤，經環保主管機關採集土樣檢測後發現，TPH 之含量高達 110,000 mg/kg，已超過土壤污染管制標準 110 倍，而被公告為污染整治場址，範圍為 1,800 平方公尺。由於 TPH 之高毒性有危害民眾健康與生活環境之虞，故而必須予以整治。然而由於物理或化學整治法具有破壞土壤性質、二次污染與高成本等顧慮，為了同時達到降低污染物濃度且可維持健康與友善之土壤環境，本研究乃嘗試於場址中施以生物復育法(Phytoremediation)，亦即於污染土壤上施灑蚯蚓(*Eisenia fetida*)與石化分解菌(*Pseudomonas* sp. NKNU01)，藉此探討其復育效益，做為現地應用之參考。

貳、文獻回顧

一、生物復育法原理

生物復育乃是利用微生物或微生物程序，轉換及分解污染場址之污染物，以達到合乎法規之目標。而石油碳氫化合物污染方式可分為 (1) 總石油碳氫化合物 (total petroleum hydrocarbons, TPH)：包括直鏈烷、支鏈烷、環烷類及烯類等；(2) 芳香族碳氫化合物(aromatics)：包括油品揮發性組成物如 benzene、toluene、ethylbenzene 及 xylenes (合稱 BTEX)、其他單苯環芳香族及多苯環芳香族碳氫化合物；(3) 油品添加劑：主要為 MTBE (methyl tertiary-butyl ether) 或醇類等毒性物質。據前人研究 *Pseudomonas* 此菌種可有效分解及轉換總石油碳氫化合物中的長碳氫鏈、MTBE、甲苯、二甲苯、乙苯(Cavalca et al., 2000； Cassidy et al., 2001； Deeb et al., 2000； Prince et al., 2000； Fiorenza et al., 2003； Wiedemeier et al., 1999； 陳世賢等人，2009)。

蚯蚓在土壤中為主要之生物量，約占 60~80%，若土壤遭受污染，則蚯蚓可透過攝食土壤而累積體內有機化合物使其污染物降低。根據經濟合作與發展組織(OECD)的 207 號標準方法指出，蚯蚓可做為大範圍化學物質測試，包括 PAHs、爆裂物、殺蟲劑、重金屬(鉛、鉻、鎳)。其推薦品種為 *Eisenia fetida*(OECD,2004, NO.207)。此外亦有學者指出，蚯蚓對多環芳香族碳氫化合物具有生物累積及敏感反應毒性之能力。(Parrish et al., 2006)發現，*Eisenia fetida* 和 *Lumbricusterrestris* 均有自土壤累積 PAH 至其體內之現象，而累積濃度會隨蚯蚓物種與土壤 PAH 衍生物類別而有差異。瑞典學者也指出，蚯蚓的存在與活動有助於提高 PAH 之生物降解，從而減低污染土壤之 PAH 濃度(Eijsackers et al., 2001)。

參、材料與方法

一、實驗區規劃

本研究共設置六個試驗區，其分佈如圖 1 所示。其中 CK 代表無污染之對照區 (Control)，其餘五區為處理區，其中 BP1、BP2 及 BP3 代表生物復育之試驗區，而 PR1 與 PR2 則為進行植生(未添加生物)復育之試驗區。

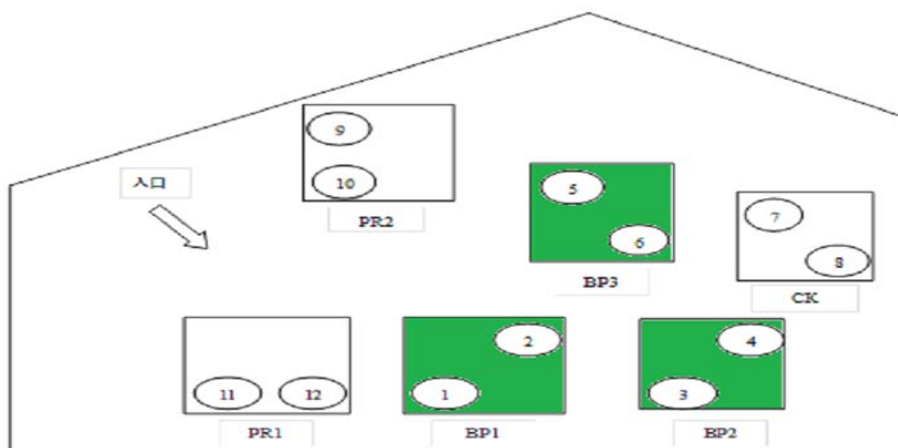


圖 1 試驗區與土壤採樣示意圖

Fig 1 Schematic diagram of soil sampling area

(一) 蚯蚓選擇與施放

本研究採用 *Eisenia fetida* 作為復育土壤石化污染物。為確保蚯蚓品質，本計畫與台南蚯蚓業者購買，並於購入後在實驗室持續培育一周，以穩定蚯蚓狀態。施放數量為區塊(BP1、BP2、BP3)5.4kg，並同時將米糠混入土中，以利蚯蚓較佳環境。

(二) 石化分解菌培養與施用

本研究所選用之菌種為 *Pseudomonas* sp. NKNU01。是由高雄師範大學生物科技系陳士賢教授在土壤中所分離之具有石化污染物分解潛力菌種。其培養方式如圖 2 所示。待石化分解菌大量培養後並載運至現場，每一區塊以約 20 L(桶裝約 19-20 L 的菌量)培養之菌量，分別由各區塊採樣點(採樣點 1、採樣點 2、採樣點 3、採樣點 4、採樣點 5 及採樣點 6)向外延伸施灑，並於施用後定期灑水及提供營養鹽使微生物有較佳生長環境。

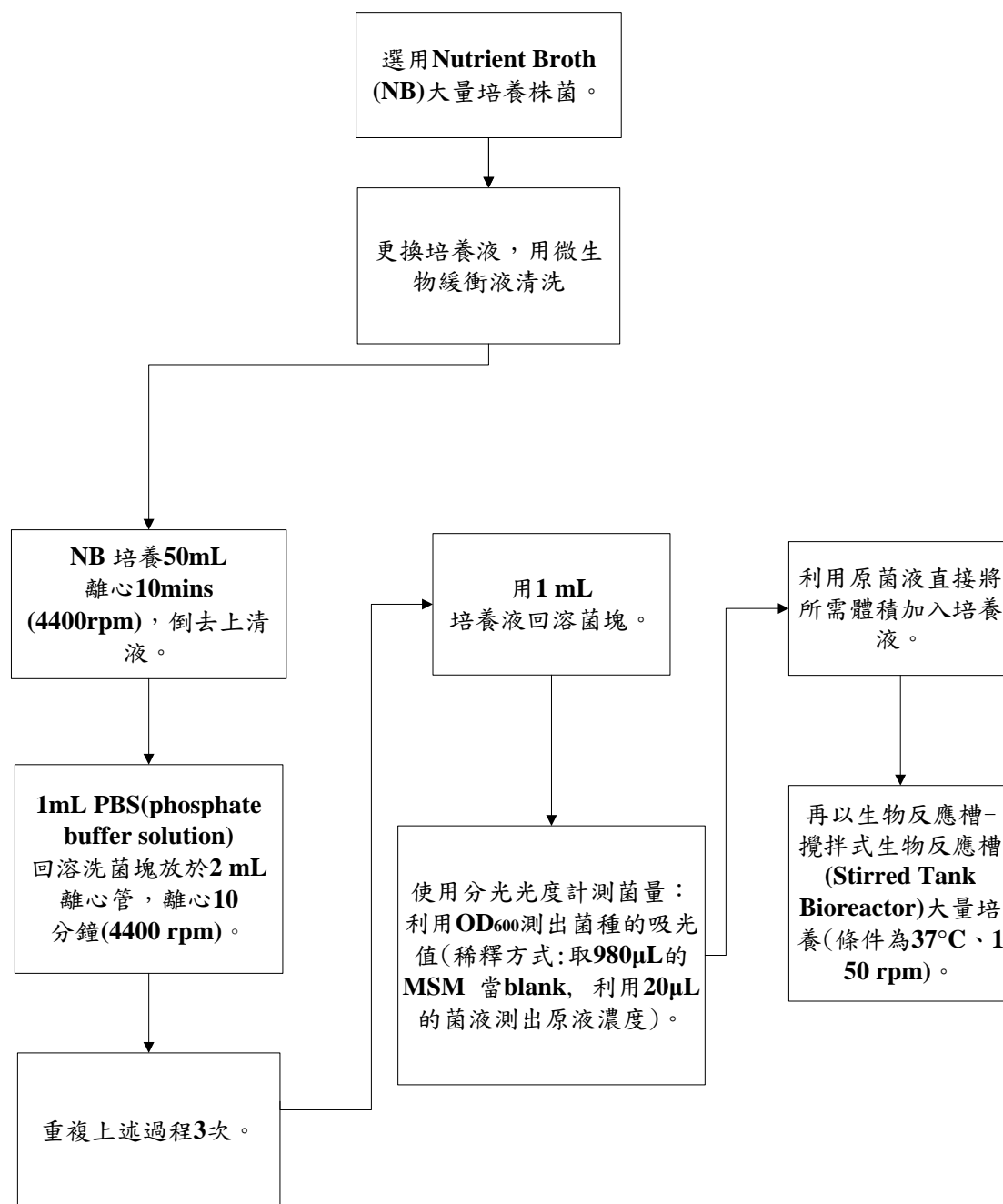


圖 2 石化分解菌培養條件

Fig 2 Culture conditions of petrified decomposing bacteria

(三) 土壤採集與分析

本研究採集六個試驗區土壤進行 TPH 分析每一區內有兩個採樣點其編號方式係於採樣點後分別以-30，-60 及-100(如 CK-1-30，CK-1 -60 及 CK-1-100)表示之。每次採集 44 個土樣(PR1 60 公分以下為水泥層，無法採樣)。其中 TPH 之檢

測方法為環保署公告之標準方法(NIEA S703.61B)，經溶劑萃取後以氣相層析質譜儀分析 TPH 濃度。

肆、結果與討論

其分析結果列於表 1，表中所列之數據為前兩年與去年度兩次採樣之測值，藉以觀察其濃度變化趨勢。由分析結果發現，在生物復育區之 TPH 濃度多呈現 BP3 > BP1 > BP2 之趨勢，而植生復育區之濃度則有 PR2 略大於 PR1 之現象，且皆遠高於對照區之測值，顯見此場址之污染為污染行為人不當處理廢機油所致。各樣區之 TPH 不僅累積於表層，其深度可達 120 公分。而經三年之復育後，各復育區之 TPH 多有不同程度之降低，以各區之最高濃度而言，BP1 由 69,074 mg/kg (BP1-30)減至 21,869 mg/kg (BP1-100)，降低 68%。BP2 由 14,878 mg/kg (BP2-100)降至 13,900 mg/kg (BP2-30)，降低 7%。BP3 由 169,375 mg/kg (BP3-100)降至 75,832 mg/kg (BP3-60)，降低 55%。PR1 由 28,260 mg/kg (PR1-30)減至 20,800 mg/kg (PR1-30)，降低 26%。PR2 由 73,661 mg/kg (PR2-100)減至 56,299 mg/kg (PR2-100)，降低 24%。

再就各復育區之同一深度土層觀之(表 1 及圖 3~圖 7)，三個生物復育區(BP1~BP3)之 TPH 濃度隨著時間雖仍有高低不規則之變化，但多數呈現降低趨勢，除部分土層可能因為土壤之非均質性(heterogeneous)而出現濃度不減反增之現象外，BP1 之土層減量百分比為(48~97%)，BP3 復育區之百分比為(33~88%)，各區之改善效果相當。至於植生復育區(PR1 及 PR2)之濃度變化趨勢亦與生物復育區類似，PR1 減量百分比為(19~26%)，PR2 復育區之百分比則介於(24~86%)，呈現逐漸降低之趨勢。惟因本場址之污染甚嚴重，且又為較難分解之高碳數碳氫化合物，故雖經三年餘之復育，大多數土層之 TPH 濃度仍高於土壤污染管制標準。

綜上所述，在三年餘的整治試驗過程中，植生與生物兩種復育方法似乎對 TPH 都有不同程度的改善效果，惟由於試驗時間不長，無論是蚯蚓、分解菌或植物之活動範圍與期程仍屬有限，且未施放蚯蚓與分解菌之 PR 區亦有類似 BP 區之減量現象，故本計畫處理因素外之自然降解因素亦可能為濃度降低之原因。此外，因土壤屬非均質性物質，雖然每次在同一採樣點進行土樣採集時皆盡量靠近，但非均質性所可能導致之濃度高低變化相當明顯，甚或出現濃度不減反增之現象，如 BP2-30 及 BP2-60 之增量百分比分別為 34% 及 18%，說明非均質性對改善效果之評估有其盲點，未來仍須長期且持續之試驗以驗證其改善效果。

表 1 試驗區土壤總石油碳氫化合物監測結果

Table1 Experimental Results of Total Petroleum Hydrocarbons in Soil

| 採樣時間 | 5/22/101 | 12/12/101 | 2/4/102 | 8/1/102 | 12/27/102 | 7/16/103 | 7/4/104 | 減量百分比 |
|---------|---------------|---------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|-------|
| 分析方法 | NIEA S703.61B | | | | | | | |
| 濃度單位 | mg/kg | | | | | | | % |
| BP1-30 | 69074 | 1510 | 974 | 18361 | 8473 | 5847 | 1765 | 97 |
| BP1-60 | 60939 | 2618 | 3171 | 19936 | 3660 | 10213 | 2240 | 96 |
| BP1-100 | 42009 | 30280 | 730 | 11493 | 25600 | 44551 | 21869 | 48 |
| BP1-120 | --- | --- | 26539 | 23685 | 20804 | 27773 | 10240 | 61 |
| BP2-30 | 10380 | 315 | 351 | 442 | 8501 | 10608 | 13900 | +34 |
| BP2-60 | 764 | ND | 543 | 384 | 9961 | 5494 | 905 | +18 |
| BP2-100 | 14878 | 3579 | 1658 | 101 | 5220 | 9861 | 5119 | 66 |
| BP2-120 | --- | --- | 25992 | 180 | 2846 | 2458 | 5866 | 77 |
| BP3-30 | 76524 | 82542 | 69831 | 73560 | 8920 | 15143 | 12582 | 84 |
| BP3-60 | 151021 | 118805 | 33683 | 7109 | 14412 | 44363 | 75832 | 50 |
| BP3-100 | 169375 | 88566 | 31083 | 2337 | 10958 | 12187 | 20832 | 88 |
| BP3-120 | --- | --- | 11819 | 274 | 11856 | 24196 | 7921 | 33 |
| PR1-30 | 28260 | 7183 | 20712 | 7192 | 18073 | 13310 | 20800 | 26 |
| PR1-60 | 9756 | 11904 | --- | 161739 | 4556 | 24083 | 7871 | 19 |
| PR2-30 | 65827 | 45699 | 24809 | 6816 | 5069 | 11192 | 12178 | 81 |
| PR2-60 | 23476 | 11602 | 73247 | 8482 | 3052 | 525 | 6008 | 74 |
| PR2-100 | 73661 | 3921 | 14 | 205 | 3186 | 15045 | 56299 | 24 |
| PR2-120 | --- | --- | 3500 | 656 | 3637 | 5010 | 1440 | 56 |
| CK-30 | --- | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ※ |
| CK-60 | --- | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ※ |
| CK-100 | --- | ND | ND | ND | ND | ND | ND | ※ |
| 偵測極限 | 15 | | | | | | | |
| 土污管制標準 | 1000 | | | | | | | |

註: 1. 檢測值為粗黑字體且下標線者係超過土壤污染管制標準

2. ---表未採樣而無分析值

3. 減量百分比(%)=[(第一次測值-最後一次測值)/第一次測值]*100;

正值表濃度不減反增

4. ※表檢測值皆低於土壤污染管制標準而未計算減量百分比

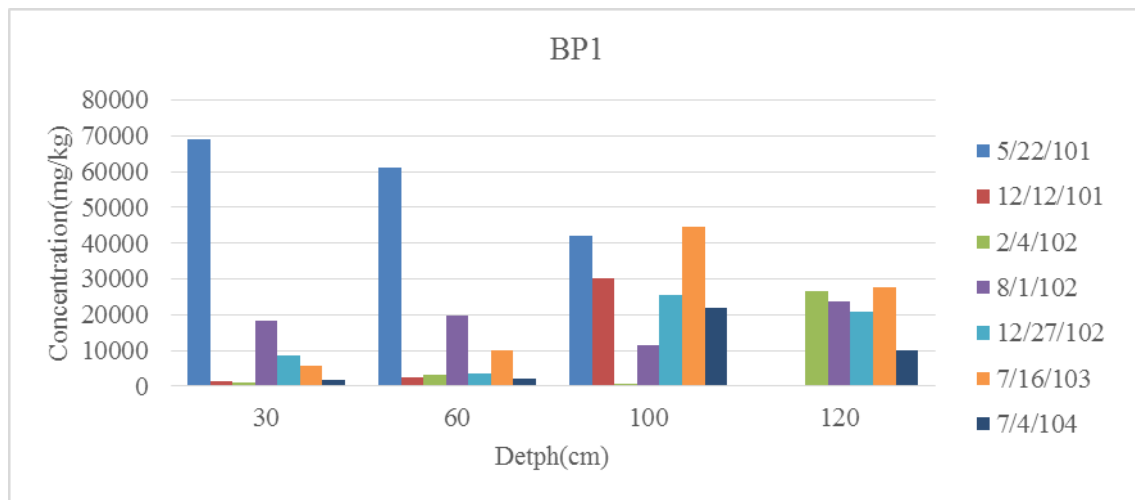


圖 3 生物復育區 BP1 之 TPH 濃度變化

Fig 3 TPH concentration in the bioremediation zone BP1 by Depth

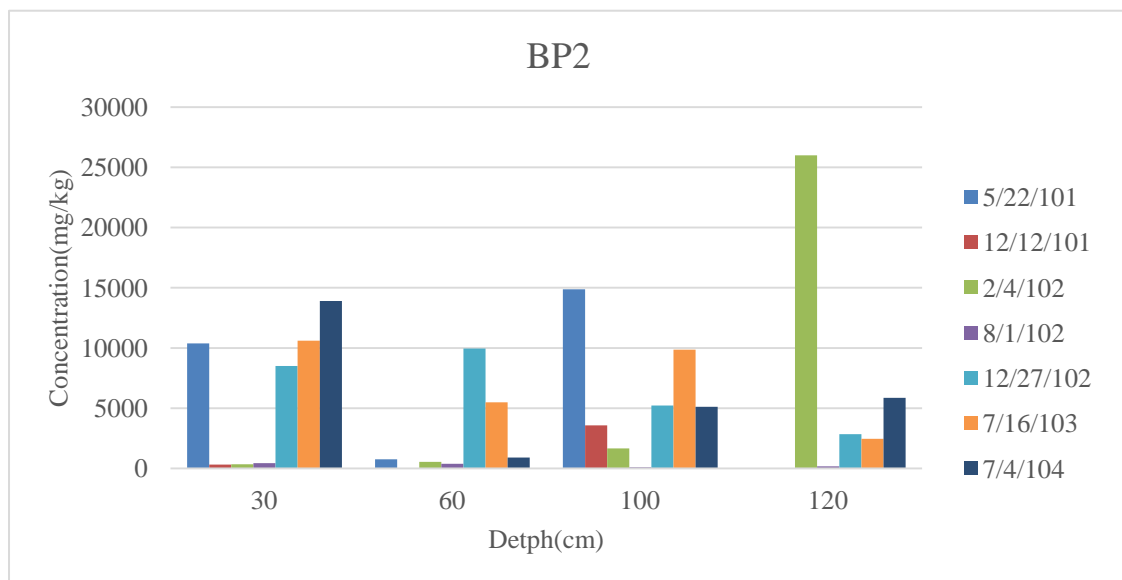


圖 4 生物復育區 BP2 之 TPH 濃度變化

Fig 4 TPH concentration in the bioremediation zone BP2 by Depth

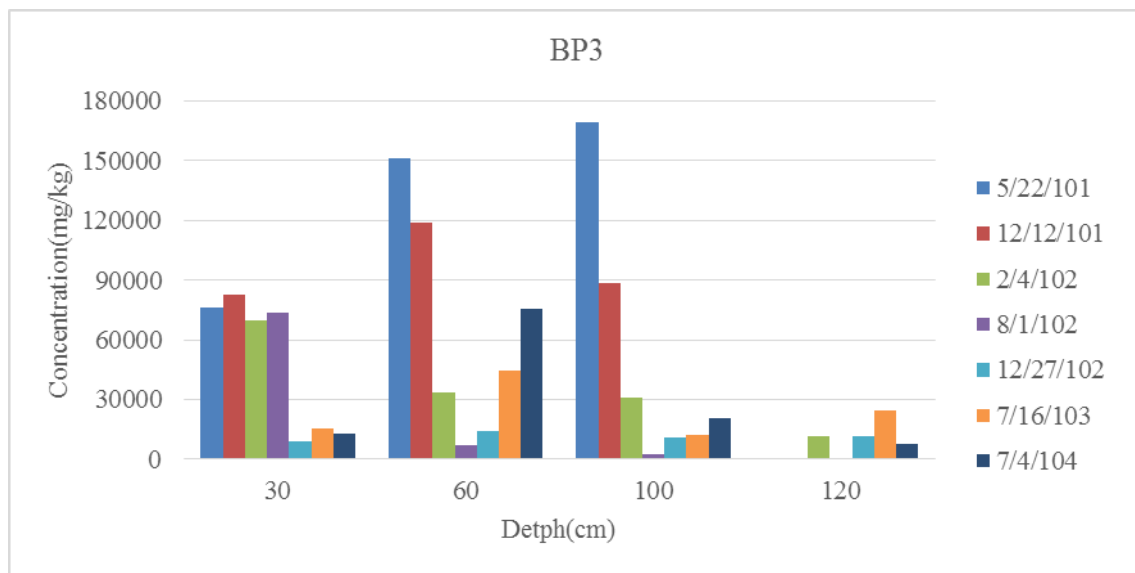


圖 5 生物復育區 BP3 之 TPH 濃度變化

Fig 5 TPH concentration in the bioremediation zone BP3 by Depth

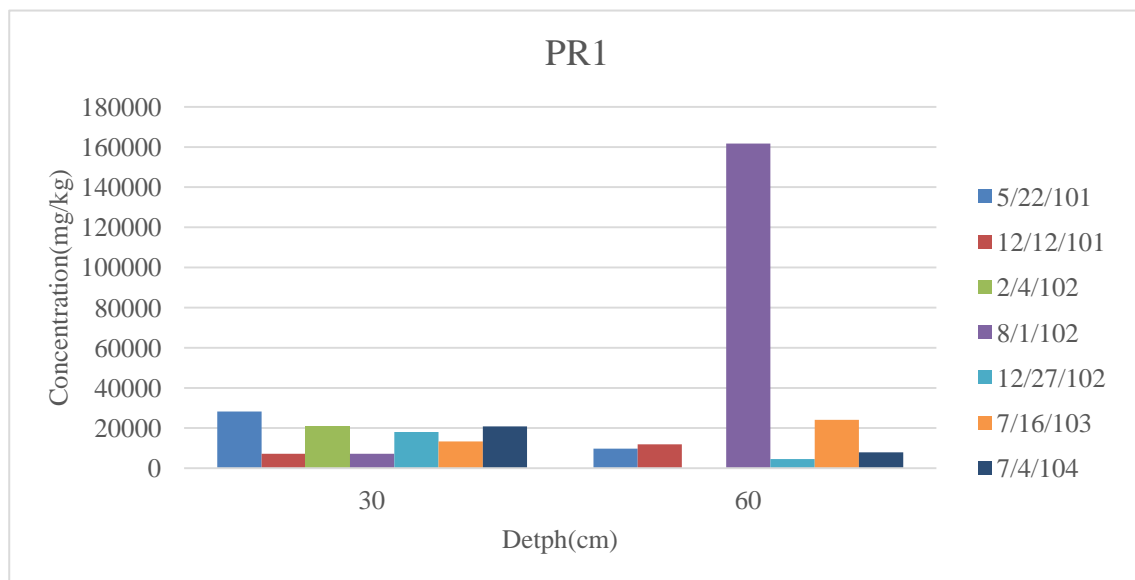


圖 6 植生復育區 PR1 之 TPH 濃度變化

Fig 6 Change of TPH Concentration in the PR1 Planting Area by Depth

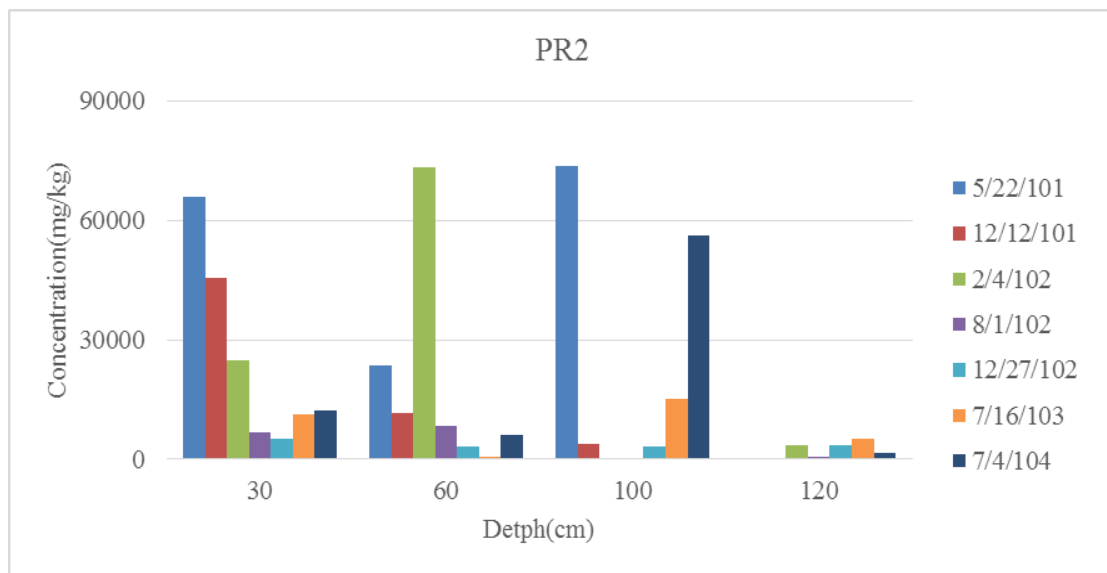


圖 7 植生復育區 PR2 之 TPH 濃度變化

Fig 7 Change of TPH Concentration in the PR2 Planting Area by Depth

參考文獻

1. Cavalca, L., Di Gennaro, P., Colombo, M., Andreoni, A., Bernasconi, S., Bestetti, G., “Distribution of catabolic pathways in some degrading bacteria of a subsurface polluted soil”, *Research Microbiology*. 151: 877-887 (2000).
2. Cassidy, D.P., Hudak, A.J., “Microorganism selection and biosurfactant production in a continuously and periodically operated bioslurry reactor”, *Journal of Hazardous Materials*. 84(2-3): 253-64 (2001).
3. Deeb, R. A., Hanson, J.R., Scow, K. M., Alvarez-Cohen, L. “Substrate interactions in BTEX and MTBE mixtures by an MTBE-degrading isolate”, *Environmental Science & Technology*, 35(2):312-317 (2001).
4. Prince, R.C., “Biodegradation of Methyl tertiary-Butyl Ether (MTBE) and Other Fuel Oxygenates”. *Critical Reviews of Microbiology*. 26(3): 163-178. (2000).
5. Fiorenza, S., Rifai, H. S., “Review of MTBE Biodegradation and Bioremediation”, *Bioremediation Journal*. 7(1): 1-35 (2003).
6. Wiedemeier, T. H., Rifai, H. S., Newell, C. J., Wilson, J. T., “Natural Attenuation of Fuels and Chlorinated Solvents in the Subsurface”, John Wiley & Sons, New York (1999).
7. 陳士賢、陳師慶、梁世雄，“以微生物及蚯蚓發展石化污染土壤之環境復育技術”，行政院環境保護署，期末報告，(2009)。
8. OECD, Guideline for testing of chemical No. 207. Earthworm reproduction test (*Eisenia fetida/Eisenia andrei*). OECD Publications, Paris, France. (2004).
9. Parrish, Z. D., J. C. White, M. Isleyen, M. P. Gent, W. Iannucci-Berger, B. D. Eitzer, J. W. Kelsey, and M. I. Mattina. “Accumulation of weathered polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) by plant and earthworm species”, *Chemosphere*. 64(4):609-618 (2006).
10. Eijsackers, H., C. A. Van Gestel, S. De Jonge, B. Muijs, and D. Slijkerman. “Polycyclic aromatic hydrocarbon-polluted dredged peat sediments and earthworms: a mutual interference”, *Ecotoxicology*. 10(1): 35-50 (2001).

植生復育重金屬污染場址 之案例評析

廖偉志* 李芳胤**^a 賴文亮**

摘要

本研究以植生復育方式整治重金屬污染場址，該場址主要污染物為鋅、鉻、銅及鎳。研究最主要目的是以深根系搭配淺根系植物降低土壤重金屬含量。而復育植物其吸收量依序為Zn>Cu>Cr>Ni。最後以所有復育植物修剪之植體生質量與重金屬濃度計算其吸收量，總吸收量為Zn (618.1 g) > Cu (12.07 g) > Cr (11.39 g) > Ni (10.07 g)。至於復育植物對重金屬之單株移除量，木本植物依序為白楊2.62 g > 血桐0.48 g > 構樹0.37 g，而草本植物則為牛筋草1871 μg > 太陽麻224 μg。至於復育植物每年自每公斤土壤中所移除之重金屬分別為Zn (2.12 mg) > Cu (0.041 mg) > Cr (0.039 mg) > Ni (0.035 mg)。

關鍵詞： 植生復育、移除能力、重金屬

*大仁科技大學 環境與職業安全衛生系 講師

**大仁科技大學 環境與職業安全衛生系 教授

a 通訊作者

A Case Study of Heavy Metal Pollution Site Using Phytoremediation Technology

Wei-Zhi Liao* Fang-Yin Lee**^a Wen-Liang Lai**

Abstract

The project aims to use phytoremediation method to treat heavy metal contaminated sites, the sites of major pollutants as zinc, chromium, copper and nickel. The main objective of the project is to reduce the heavy metal content of the soil by planting combining deep root and shallow root plants. The plant's phytoremediation uptake heavy metals sequence are Zn > Cu > Cr > Ni. Finally, we use all experiment plant pruning plant biomass to calculate the uptake of heavy metals concentration, the total uptake of Zn (618.1 g) > Cu (12.07 g) > Cr (11.39 g) > Ni (10.07 g) . The heavy-metal removal efficiency of the woody plants was found to be Poplars > *Macaranga* > *Papermulberry* and *Eleusine indica* > *Sun Hemp* for the herbaceous plants. respectively, for the heavy metals removed from the soil per kilogram of soil. Zn (2.12 mg) > Cu (0.041 mg) > Cr (0.039 mg) > Ni (0.035 mg) °

Keywords: Phytoremediation ; removal efficiency ; Heavy metal

* Tajen Department of Environment and Occupational Safety and Hygiene lecturer

** Tajen Department of Environment and Occupational Safety and Hygiene professor

^a Corresponding authors

壹、前言

本研究場址位於屏東縣九如鄉，該地段之重金屬銅(Cu)、鉻(Cr)、鎳(Ni)、鋅(Zn)，其濃度分別高達 586、711、555、10300 mg/kg，為環保署公告之污染整治場址。目前我國對受重金屬污染土地整治方法仍以翻轉稀釋或酸洗法為主，然而由於物理或化學整治法多具有破壞土壤性質、二次污染與高成本等顧慮，為了同時達到改善污染且維持健康與友善之土壤環境，本研究乃嘗試以植生復育法(Phytoremediation)復育之。也就是於污染土壤上栽植木本植物白楊、血桐與構樹與草本植物太陽麻、牛筋草以植生萃取作用(Phytoextraction)吸收累積重金屬，並藉由移除植體而改善污染，逐步達到復育污染場址之目標(Carman et al., 1998; Etim, 2012; Sebastiani et al., 2004)。同時，亦可利用植生穩定作用(Phytostabilization)降低或避免污染物之傳輸而進一步污染地下水。期能整治污染以做為現地應用之參考。

貳、文獻回顧

一、植生復育原理與移除機制

植生復育法係藉由種植植物以獲得改善污染之效益，使污染物降至對環境無害，或將污染物由環境中移除(Salt et al.,1995)。同時植物吸收之重金屬可回收(Tang et al., 2004)，比較其他方法，所需之設備、人力及其他資源較少且兼具商機。

植生復育技術可區分為以下五類，而針對重金屬污染土壤，植生復育的處理方式可分為植生萃取與植生穩定等兩種技術，說明如下：

(一) 植生萃取(phytoextraction)

植物將土壤中重金屬、有機物污染物吸收到植體各部分組織，部分植物具有重金屬超量累積特性，可在植物葉片上將 Ni、Co、Cu、Cr、濃縮至 0.1%。達到移除土壤污染物之目的(kumar et al., 1995)

(二) 植生降解(Phytodegradation)

植物將污染物吸收至體內，再藉由光合作用及體內之酵素，將污染物分解或改變其化學組成(Singh and Jain, 2003)。

(三) 根圈土壤分解作用(Rhizodegradation)

在植物根圈部位，與微生物相互作用，分解土壤中污染物。

(四) 植生穩定化作用(Phytostabilization)

此機制乃藉由根系之吸收與沉澱作用，達到穩定污染物的目的。亦即利用植物根部所分泌之有機或無機物，與污染物反應而限制其在土壤中的移動性和生物有效性。此種植物須能忍受高濃度污染物，並利用吸附、沉澱、複合或還原等方式穩定污染物及土壤結構。

(五) 植物揮發作用(Phytovolatilization)

植物自土壤中吸收污染物進入體內後，隨植物呼吸作用，經由葉片排入大氣之中。

由於過去我國植生復育之相關研究皆以篩選高清除效率植生種類為主，現場植生整治之案例甚少，本計畫亦搭配木本植物白楊、構樹、血桐，與草本植物太陽麻、牛筋草之栽植進行植生復育，其結果將可做為此工法現地應用之參考，使我國之土壤與地下水污染整治技術增加另一選項。

參、材料與方法

一、實驗區規劃

試驗區之規劃乃以公告污染場址為範圍，且依據歷次調查結果及本計畫執行初期整地時所發現之廢油桶堆置及掩埋區，設置六個試驗區，其分佈如圖 1 所示。其中 CK 代表無污染之對照區(Control)，其餘五區為試驗區(BP1~BP5)，並同時進行植生復育(Phytoremediation)。

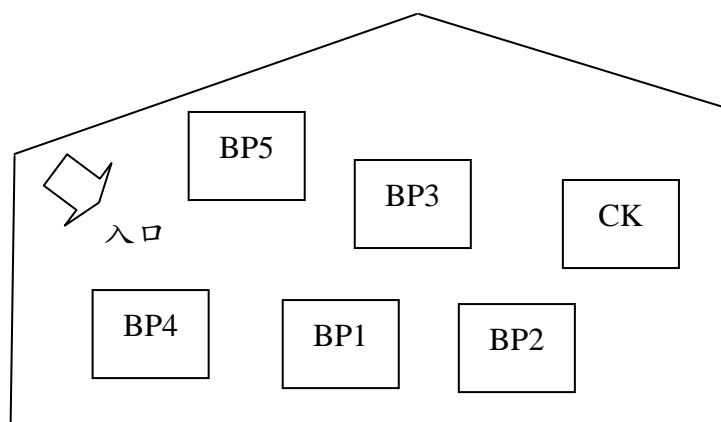


圖 1 植生復育區示意圖

Fig1 Schematic diagram of the Phytoremediation area

二、樹種選擇

本研究係依據國外之研究與現場實作所得結果 (Collins, 2007; Critchley, 1998; Euliss et al., 2008; Huang et al., 2005; Jordahl et al., 1997; Rentz et al., 2003; Tang et al., 2004)，選擇白楊(Poplars; *Populus bonatii* Levl.)及太陽麻(Sun Hemp; *Crotalaria juncea* L.)，因上述植物兼具生長快速且根系密集等優點，故以白楊做為木本試驗樹種；草本植物則選擇太陽麻。

由於白楊為外來樹種，且每年有高達 5~6 個月之落葉期，為使復育植物本土化，本計畫也種植木本植物構樹與血桐，及草本植物牛筋草一併與上述植物評析其吸收重金屬效果。

(一)樹種種植間距

每一試驗區皆栽植復育植物，其中白楊係以間距 2.5 公尺栽種之，各試驗區依其面積大小栽植不同數量，分別為 CK 區 25 棵，BP1 及 BP2 各 12 棵，BP3、BP4 及 BP5 三區分別為 10、9 及 18 棵。構樹與血桐則於白楊間距栽植之，每區

至少 3 棵。至於太陽麻則於六個試驗區內均勻撒播種子，平均約為每平方公尺 50 棵。

三、植體採集與分析

白楊、構樹與血桐之採樣方法係於每個試驗區各選取二棵白楊，每棵樹分別於東、南、西、北採集枝葉並混合為一樣品，故每區有 2 個植體樣品，六區共計 12 個樣品；血桐與構樹亦依此方式採樣，故總計有 36 個木本植物樣品。而太陽麻則於收成後，於每試驗區隨機選取 10 棵，將每區植株之根與地上部分開，各區之根與地上部分別混合為一個樣品，每次共有 12 個樣品。另外，由於試驗區中之優勢草種牛筋草生長旺盛，甚至超過太陽麻，為了解其重金屬吸收能力，並評估做為復育植物之可行性，故於 BP、PR、CK 區分別採集一個混樣，採樣方式與太陽麻相同，共計採集 3 個樣品。各類植體樣品於烘乾、破碎後，以二酸消化法(濃硝酸：濃過氯酸=5：1)消化分解之，再以 AA 測定消化液中之重金屬含量，其重金屬種類為 Cu、Cr、Zn、Ni。

肆、結果與討論

本研究執行植生復育試驗之目的在於吸收與移除重金屬，其成效評析方法為定期採集植體樣品分析重金屬含量，再由其生質量(以乾重計)與植體重金屬濃度計算其吸收移除量。

太陽麻、牛筋草與木本植物之植體重金屬檢測結果分別列於表 1~表 3。由各表可知，各種復育植物對污染量最高的 Zn 皆有最大吸收累積量，其餘三個污染元素 Cu、Cr、Ni 之含量則遠低於 Zn。其次，太陽麻與牛筋草根之含量大於地上部，此乃因根部為吸收器官，其吸收與儲存之重金屬須經運輸機制方能到達地上部，復因地上部生長所引起的稀釋效果，故而根部有較高之含量，此為植物生理常見之現象(Mengel and Kirkby, 1986)。而植物對重金屬之吸收累積量明顯以鋅最大，其餘三個元素 $Cu > Ni > Cr$ ，此結果與 Kabafa-pendias (2010)研究，微量元素被植物攝取之容易度依序為 $Cd > Zn > Hg > Cu > Pb > As > Ni > Cr$ 的結果一致。亦與 Dean(2006)所述，土壤金屬被植物攝取之轉換因子(Transfer factor)由大而小為 $Mn > Zn > Cd > Cu > Pb$ 相符。至於各區植體中之含量比較顯示，CK 區之植體含量最低，此與其土壤中之最低含量一致。再就三種木本植物之吸收累積量比較發現，白楊之含量最高，意味有較大之吸收累積力，構樹次之，血桐最低。由

於白楊之成長期較長，而血桐與構樹栽植時程仍短，故其吸收累積量低於白楊，未來是否會漸趨一致，有待持續試驗與觀察。至於草本植物則為牛筋草遠高於太陽麻。

其次，以各類復育植物移除植體之乾重(表 4)與其重金屬分析值計算其移除量。表 5 即為計算所得之草本植物與木本植物重金屬移除量，兩者之和即為全年所有復育植物之移除量，亦即本年度對重金屬之植生復育效益，依序為 Zn(618.1 g) > Cu (12.07 g) > Cr (11.39 g) > Ni (10.07 g)。以本場址五個處理區的總面積為 186.67 m²，若以前述之污染深度(1.2 m)與土壤總體密度(1.3x10³ kg/m³)為基準，則計算所得之土壤總重量為 291,205 kg，故復育植物每年自每公斤土壤中所移除之重金屬分別為 Zn (2.12 mg) > Cu (0.041 mg) > Cr (0.039 mg) > Ni (0.035 mg)。

表 1 太陽麻植體之重金屬含量

Table 1 Heavy metal content of *Sun Hemp*

| 重金屬 | Cr | Cu | Ni | Zn |
|-----|-------|------|------|------|
| 單位 | mg/kg | | | |
| 根 | | | | |
| BP1 | 12.8 | 24.6 | 11.5 | 595 |
| BP2 | 6.61 | 13.6 | 5.48 | 244 |
| BP3 | 11.1 | 21.7 | 9.51 | 503 |
| PR1 | 13.9 | 20.8 | 4.95 | 542 |
| PR2 | 26.4 | 61.4 | 10.7 | 713 |
| CK | 9.09 | 7.16 | N.D | 8.71 |
| 地上部 | | | | |
| BP1 | 4.61 | 6.98 | 4.61 | 519 |
| BP2 | 5.88 | 9.24 | 3.02 | 273 |
| BP3 | 5.43 | 9.25 | 3.11 | 445 |
| PR1 | 5.18 | 9.29 | 1.99 | 225 |
| PR2 | 4.94 | 15.6 | 5.48 | 349 |
| CK | 3.77 | 9.42 | N.D | 72.2 |

表 2 牛筋草植體之重金屬含量

Table 2 Heavy metal content of *Eleusine indica*

| 重金屬 | Cr | Cu | Ni | Zn |
|-----|-------|------|------|------|
| 單位 | mg/kg | | | |
| 根 | | | | |
| BP | 304 | 128 | 171 | 3143 |
| PR | 122 | 332 | 178 | 5478 |
| CK | 40.8 | 36.0 | 19.7 | 685 |
| 地上部 | | | | |
| BP | 15.3 | 12.5 | 10.1 | 881 |
| PR | 10.9 | 18.2 | 15.3 | 1516 |
| CK | 25.4 | 11.2 | 5.14 | 513 |

表 3 木本植物之重金屬含量

Table 3 Heavy metal content of Woody plants

| 重金屬 | Cr | Cu | Ni | Zn |
|-----|-------|------|------|------|
| 單位 | mg/kg | | | |
| 白楊 | | | | |
| BP1 | 6.55 | 10.5 | 12.2 | 2041 |
| BP2 | 9.19 | 7.54 | 13.1 | 1273 |
| BP3 | 8.53 | 11.7 | 7.74 | 2107 |
| PR1 | 10.2 | 4.80 | 15.4 | 1772 |
| PR2 | 6.16 | 5.25 | 9.41 | 1235 |
| 構樹 | | | | |
| BP1 | 6.71 | 3.70 | 8.35 | 196. |
| BP2 | 5.17 | 4.49 | 11.3 | 608 |
| BP3 | 6.25 | 5.00 | 5.82 | 168 |
| PR1 | 7.30 | 1.21 | 5.60 | 67.8 |
| PR2 | 9.54 | 2.84 | 7.17 | 96.1 |
| 血桐 | | | | |
| BP1 | 5.46 | 2.04 | 6.43 | 64.5 |
| BP2 | 8.60 | 3.17 | 10.1 | 134 |

| | | | | |
|-----|------|------|------|------|
| BP3 | 8.46 | 7.30 | 8.01 | 142 |
| PR1 | 8.73 | 2.82 | 8.77 | 124 |
| PR2 | 13.0 | 2.86 | 6.90 | 92.3 |

表中資料也顯示，所有復育植物對重金屬之吸收移除總量高於 103 年，以污染最嚴重之鋅為例，增加約 2.2 倍，顯示由於木本植物成長而增加植體移除量，進而逐年提升整治效益。

表 4 各類復育植物之乾重
Table 4 Dry weight of all Replanting plants

| 試驗區 | 太陽麻 | 牛筋草 | 白楊 | 血桐 | 構樹 |
|-----|------|-------|------|------|------|
| | kg | | | | |
| BP1 | 3.12 | 16.3 | 16.0 | 9.0 | 6.0 |
| BP2 | 1.52 | 17.6 | 15.2 | 14.2 | 14.0 |
| BP3 | 1.60 | 26.0 | 18.7 | 13.1 | 5.0 |
| PR1 | 3.14 | 19.6 | 24.0 | 11.6 | 20.0 |
| PR2 | 1.66 | 47.1 | 21.1 | 19.7 | 18.1 |
| 合計 | 11.1 | 126.6 | 95.0 | 67.6 | 63.1 |

表 5 全年復育植物之重金屬移除量
Table 5 Amount of Heavy Metals Removed by Plant in Whole Year

| 植物種類 | Cr | Cu | Ni | Zn |
|----------|-------|-------|-------|-------|
| | g | | | |
| 木本植物 | 3.96 | 3.10 | 3.50 | 362.4 |
| 草本植物 | 7.43 | 8.97 | 6.57 | 255.7 |
| 104 年移除量 | 11.39 | 12.07 | 10.07 | 618.1 |
| 103 年移除量 | 1.22 | 2.03 | 1.78 | 283.0 |

最後，進一步計算木本及草本之單棵(株)移除效益，其方法亦以污染最嚴重的Zn為對象，將所有復育植物對Zn之移除量分別除以其栽植棵(株)數，即可得到單棵植物之移除量(表6)。

首先就草本植物觀之，本年度共收成二期太陽麻，Zn總移除量為4176.3 mg，平均一期移除量為2088.2 mg，五個復育區之總面積為186.67 m²，每m²之播植數量約為50株，依此計算而得的太陽麻單株移除量為224 μg。此結果與Russell et al (2013)在鋅濃度為100 ppm土壤中栽植太陽麻所得的每株吸收累積量204±39 μg

相近，但因本場址的鋅濃度較高，相較之下本案之吸收累積量並不突出。其次，本年度也拔除二次牛筋草，Zn總移除量為251 g，平均一期移除量為12 g，經實地調查發現每1 m²約有30叢牛筋草，而每叢牛筋草約有12株，依此計算而得的單株移除量為1871 μg。相較之下牛筋草對鋅之吸收移除效益高於太陽麻。

再就木本植物觀之，本年度修剪一次所計算而得的白楊、血桐及構樹的Zn總移除量分別為160 g、7.61 g及13.6 g，而五個復育區的栽植數量分別為61棵、16棵及37棵，依此計算而得的單株移除量分別為白楊2.62 g、血桐0.48 g及構樹0.37 g。相較之下木本植物對鋅之吸收移除效益依序為白楊>血桐>構樹。而Luca et al. (2004)以白楊整治工業區重金屬污染土壤的結果指出，單株移除量為0.66~0.97 g，顯然本計畫之移除量較大，其可能原因為本場址之土壤鋅濃度高於該研究之污染濃度10 g/kg。

表 6 復育植物之重金屬單棵(株)移除量
Table 6 The removal amount of heavy metals in the replanting plants

| 植物種類 | 栽(播)植 數量 | 一期 移除量 | 單棵(株) 移除量 |
|------|-------------|-----------|--------------|
| 草本植物 | | | |
| 單位 | 株 | mg | μg |
| 太陽麻 | 9334 | 4176 | 224 |
| 牛筋草 | 67201 | 125727 | 1871 |
| 木本植物 | | | |
| 單位 | 棵 | g | g |
| 白楊 | 61 | 160 | 2.62 |
| 血桐 | 16 | 7.61 | 0.48 |
| 構樹 | 37 | 13.6 | 0.37 |

伍、結論

以主要污染物Zn為例，由污染區復育植物所移除之重金屬量(618.1公克/年)，與土壤中鋅之總推估量(1,094公斤)相較，欲達整治目標，約需1770年，與103年所估算的3866年相較已明顯縮短。而如上所述，未來木本植物長大成熟後，其生質量估計可增至10~20倍，加以牛筋草的高移除量，將可縮短復育期程至約100年。可見植生復育須時較長乃常見現象，不過，由於此法所花費資源較少，對符合綠色整治要件之污染場址仍為可行復育方法之一。

參考文獻

1. Carman EP, Crossman TL, Gatliff EG *Journal of Soil Contamination*, 7(4) , (1998) : 455-466.
2. Etim EE *International Journal of Environment and Bioenergy*, 2(3):120- 136. (2012) , Pulford ID and Watson, C *Environ Int*, (2003) : 29:529-540.
3. Sebastiani L, Scebba F, Tognetti R *Environmental and Experimental Botany*, (2004) : 52: 79–88.
4. Salt, D.E., M.J. Blaylock, N.P.B.A. Kumar, V. Dushenkov, B.D. Ensley, I. Chet, and I. Raskin. *Phytoremediation: A novel strategy for the removal of toxic metals from the environment using plants*. *Biotechnol.* 13 , 1995 : 468-474.
5. Tang, C. S. , W. H. Sun, M. Toma, F. M. Robert, and R. K. Jones, Evaluation of Agriculture-Based Phytoremediation in Pacific Island Ecosystems Using Trisector Planters. *International Journal of Phytoremediation*. 6(1) , 2004 : 17-33.
6. Kumar, P.B.A.N., V. Dushenkov, H. Motto, and I. Raskin.. *Phytoextraction: The use of plants to remove heavy metals from soils*. *Environ. Sci. Technol.* 29 , 1995 : 1232-1238.
7. Singh, O. V., and Jain, R. K., *Phytoremediation of toxic aromatic pollutants from soil*. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 63 , 2003 : 128-135.
8. Collins, C. D., *Implementing Phytoremediation of Petroleum Hydrocarbons*. *Methods in Biotechnology*, 23(1) , 2007 : 99-108.
9. Carman, E.P., T.L. Crossman, and E.G. Gatliff. *Phytoremediation of No. 2 fuel oil-contaminated soil*. *Journal of Soil Contamination*. 7(4) , 1998 : 455-466.
10. Euliss, K., C. H. Ho, A. P. Schwab, S. Rock, M. K. Banks, *Greenhouse and field assessment of phytoremediation for petroleum contaminants in a riparian zone*. *Bioresource Technology*, 99 , 2008 : 1961-1971.
11. Huang, X.D., Y. El-Alawi, J. Gurska, B. R. Glick, B. M. Greenberg, A multi-process phytoremediation system for decontamination of persistent total petroleum hydrocarbons (TPHs) from soils. *Microchemical Journal*, 81 , 2005 : 139-147.
12. Jordahl, J. J., Foster, L., Schnoor, J. L., and Alvarez, P. J. J. *Effect of Hybrid Poplar Trees on Microbial Population Important to Hazardous Waste*

- Bioremediation. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 16, 1997 : 1318–1321.
13. Rentz, J. A., B. Chapman, P. J. J. Alvarez, and J. L. Schnoor, Stimulation of hybrid poplar Growth in petroleum contaminated soils through oxygen addition and soil nutrient amendments. *International Journal of Phytoremediation*. 5(1) , 2003 : 57-72.
 14. Tang, C. S. , W. H. Sun, M. Toma, F. M. Robert, and R. K. Jones, Evaluation of Agriculture-Based Phytoremediation in Pacific Island Ecosystems Using Trisector Planters. *International Journal of Phytoremediation*. 6(1) , 2004 : 17-33.
 15. Mengel, K., E. A. Kirby. Principles of Plant Nutrition. Maw-Chang Book Co., Taipei, Taiwan. 1986.
 16. Kabata-Pendias A Trace elements in soils and plants, 4th edition, Florida: CRC Press. (2010)
 17. Dean IM Jr Food Additive Contaminants, 23(1) , (2006) : 36-48.
 18. Luca, S.,S. Francesca, T. Roberto. Heavy metal accumulaction and growth responses in poplar clones Eridano (*populus deltoides* × *maximowiczii*) and I-214 (*P. × euramericana*) exposed to industrial waste. *Environmental and Experimental Botany*. 52 , 2004 : 79-88

延伸嚇阻理論與台海危機

——以 1950 年代美中台關係為中心——

伊藤幹彥*^a

摘要

使用延伸嚇阻理論來解釋 1950 年代兩次台海危機具有何種意義？美國藉由延伸嚇阻戰略(延伸嚇阻戰略以延伸嚇阻理論為根據)，實施 3C：(能力 < 能實踐報復的壓倒性軍事力 >，可信性 < 使敵方相信該國會實際行使報復行動 >，溝通 < 政治家與外交官相互傳遞彼此要表達的訊息 >)，美國以防守國的姿態阻止中國發動攻擊以侵略美國的同盟國台灣的意圖，預防了中台戰爭的開打，使用延伸嚇阻理論來解釋 1950 年代兩次的台海危機之意義即在此。美國使用「延伸嚇阻戰略(美國對中國使用核武器的威脅與美國擁有壓倒性軍事力的第七艦隊)」，能阻止中國侵略台灣。

關鍵詞：延伸嚇阻理論、延伸嚇阻戰略、台海危機、3C (capability, credibility, communication)、中台戰爭

* 中華科技大學通識教育中心助理教授

Extended Deterrence Theory and the Taiwan Strait Crisis

——Based on 1950s the U . S . -China-Taiwan R elations——

Mikihiko Ito*^a

Abstract

What's the meaning of explaining two times of Taiwan Strait Crises in 1950s with extended deterrence theory? America has theoretical foundation of extended deterrence theory: 3C (capability < the military power that can practice retaliation > , credibility < to let other states believe you will really do the retaliation > , communication < conveying each others' intentions between politicians or diplomats >). By using extended deterrence strategy, America deter China—attack country—from invading Taiwan, which is defense country—America's alliance, preventing the war between China and Taiwan. This is where the meaning of explaining two times of Taiwan Strait Crises in 1950s with extended deterrence theory is. America use extended deterrence theory (America's usage of nuclear weapons toward China and the possession of U.S. Seventh Fleet, which has overwhelming military power) to prevent China from invading Taiwan.

Keywords: extended deterrence theory, extended deterrence strategy , the Taiwan Strait crisis, 3C (capability, credibility, communication) , the war between China and Taiwan

* General Education Center of Assistant Professor
China University of Science and Technology

壹、緒論

1945 年至 1949 年，在中國大陸發生了國共內戰。國民黨政府，在美國的援助之下有裝備完善的部隊，但結果戰敗了，於 1949 年被逐出了大陸。1949 年成立中華人民共和國（中共）。台灣隨著日本的戰敗，被編入中華民國的一省，行政長官陳儀來台灣，1949 年 1 月，總統蔣介石派遣陳誠擔任台灣省政府主席，於 12 月 ROC 中央政府正式移到台北。

1954 年 9 月中共軍開始大規模砲轟金門島，意圖解放台灣，於 1955 年 5 月中共軍停火，台灣海峽危機解除。為期 9 個月的第一次台海危機期間，美國政府制定對華政策，以及此項外交決策的基本假設、目標及其所採取的方法。這段期間美國的對華政策是中華民國由大陸遷台後，美中兩國形成長期密切合作的關鍵。其中以 1954 年 12 月 2 日所簽訂的中美共同防禦條約為友好密切關係的基石。因為中美共同防禦條約不僅鞏固了當時中華民國的國際地位，而且是其後美國大規模軍經援華的依據。

1958 年 8 月 23 日中共軍對金門島發動猛烈砲擊，掀起第二次台海危機。整體而言，砲擊行動可區分為三個階段：第一階段，軍事準備（於 1958 年 8 月 23 日砲擊金門島）；第二階段，砲擊封鎖（自 8 月 23 日起至 10 月 6 日止中共宣布停火）；第三階段，停火階段（從 10 月 6 日到 10 月 25 日中共軍採取單打雙不打策略）。危機期間 Dwight D. Eisenhower（艾森豪）政府亦採取因應措施，以降低兩岸軍事衝突。中共軍砲擊金門島，美國總統 Eisenhower 派遣第七艦隊到台灣海峽。艾森豪授權 John Foster Dulles（杜勒斯）於 9 月 4 日發表「新港聲明」（New Port Statement），表示美方意識到防衛金門島、馬祖島與保衛台灣日益有關，並強調「一旦總統做出決定，將採取即時與有效之行動」。中共於 10 月 6 日發表「告台灣同胞書」，決定暫時停止砲擊。

到目前為止，關於延伸嚇阻理論之論文如下：George, Alexander L., & Richard Smoke. *Deterrence in American foreign policy : theory and practice* (George, Alexander L., & Richard Smoke, 1974) . Huth, Paul K. . *Extended deterrence and the prevention of war* (Huth, Paul K. , 1988) . Fearon, James D., "Signaling Foreign Policy Interests," (Fearon, James D., 1997). 關於台灣海峽危機與 1950 年代美中台關係之論文如下：李榮秋，〈第一次臺海危機期間的美國對華政策〉（李榮秋，1981，9）；林正義，〈1958 年臺海危機期間美國對華政策〉（林正義，1985）；陳毓鈞，〈台海危機與美國干預〉（陳毓鈞，1995，10，1：10）。這些論文具獨創性，然而筆者欲從另外的觀點來闡明美中台的國際關係，特別著重在台灣海峽危機與 1950 年代美中台關係

問題作論述。為何美國使用「延伸嚇阻戰略」，能阻止中共侵略台灣，成功地防衛台灣？筆者欲使用「延伸嚇阻戰略」闡明 1950 年代台海危機的美中台關係，及使用延伸嚇阻理論分析台海危機。於台海危機使用延伸嚇阻理論的意義是什麼？

貳、延伸嚇阻理論

一、嚇阻個案類型

嚇阻理論可分為三種：直接嚇阻理論、延伸嚇阻理論及仲介嚇阻理論。直接嚇阻理論：嚇阻攻擊國（A 國）攻擊本國（C 國）。延伸嚇阻理論：防禦國嚇阻攻擊國攻擊其同盟國。仲介嚇阻理論：C 國（仲介國）勸導對立並欲互相攻擊的 A、B 兩國，避免兩者發生戰爭。

依據 Alexander L. George 的研究（George, Alexander L. & Richard Smoke, 1974:11），Paul K. Huth 定義嚇阻是一種政策，透過武力報復的威脅說服對手，使用武力解決政治衝突的成本將遠超過其利益。因此威脅政策試圖透過反擊的威脅，避免對手使用武力達成外交政策之目的。嚇阻國的報復威脅可能以擊退攻擊的軍事能力為基礎，在「延伸嚇阻理論」藉此否定攻擊國的開戰目的與避免同盟國領土的喪失，或在武裝衝突發生時，使對手遭致重大軍事損失的能力（Huth, Paul K., 1988:15-16）。「延伸嚇阻的定義」係指「防禦國對潛在的攻擊國威脅採取武力報復，試圖避免該國對防禦國的同盟國（被保護國）使用武力」。「延伸嚇阻」的目的在於保護與防衛盟友不受到攻擊，而不是避免對本身領土與國界的直接攻擊（Huth, Paul K., 1988:16）。Morgan 以 Huth 研究為基礎（Morgan, Patrick M. 2003:15-16）。Huth 定義「延伸立即嚇阻」政策為：「（一）潛在的攻擊國積極考慮對防守國的保護對象使用武力；（二）防守國的決策者察覺此威脅；（三）認定有發動攻擊的可能性後，防守國的決策者明述或以武力動作威脅將採取報復，以避免潛在的攻擊國使用軍事力量（Huth, Paul K., 1988:16）」。

| | | 攻擊國（A國）造成之威脅 | |
|------|----------------------|---------------------------------------|----------------------------------------|
| | | 實際 | 潛在 |
| 攻擊目標 | 防守國 （C國） | 二 <u>直接立即嚇阻</u> （1940年俄國芬蘭戰爭爆發） | 一 <u>直接一般嚇阻</u> （1970年起中俄國界衝突） |
| | 防守國的 被保護國 （B國） | 三 <u>延伸立即嚇阻</u> （1950年美中對北韓危機） | 四 <u>延伸一般嚇阻</u> （美國自1953年起於南韓駐軍） |

圖 1、嚇阻個案類型（Huth, Paul K., 1988 : 17, 筆者修改）

因此「延伸立即嚇阻」的案例為兩對手國之間的對峙，如果潛在的攻擊國或防守國均不撤退，則可能發生武力衝突的威脅。「國際危機」的概念定義為「處於嚴重衝突的兩個或多個主權國家政府之間的互動結果，未實際發生戰爭，但認知到戰爭發生的極高可能性」適當捕捉到「延伸立即嚇阻」對峙的危險。試圖發動「延伸立即嚇阻」的個案構成國際關係下，所有試圖發動嚇阻的潛在個案的子項目（圖 1 第三格）。圖 1 係為簡單分類圖，試圖將嚇阻個案套入四種可能類別之一（Huth, Paul K., 1988 : 16）。

「延伸一般嚇阻（圖 1 第四格）」與「延伸立即嚇阻」不同，係指潛在的攻擊國與防守國之間的政治與軍事競爭，對另一國具有發生武力衝突的可能性，但潛在的攻擊國不會主動考慮使用武力，也不會進入威脅發動戰爭的對峙狀態。延伸一般嚇阻的競爭與對立狀態表現在武力競賽的發展、形成敵對的同盟體制、提供對地域強國的經濟軍事援助、以及國家外交政策領導階層對於國家安全利益之廣泛宣告及政策聲明（Huth, Paul K., 1988 : 16-17）。

在「延伸一般嚇阻（圖 1 第四格）」的情況下，即使不存在立即或短期攻擊的威脅，防禦國仍基於對手發動武力攻擊的可能性分配資源並部署武力。美國在海外多國駐軍，如果這些國家受到攻擊可以立即進行支援。例如在南韓駐軍以嚇阻北韓可能發動的攻擊，或者美國在西歐部署軍力以嚇阻蘇聯能發動的攻擊。「直接一般嚇阻（圖 1 第一格）」的情況發生在 1970 年代，蘇聯沿著遠東地區國界增加傳統與核子武器，嚇阻中共軍事威脅的例子（Huth, Paul K., 1988 : 17-18）。

在「直接立即嚇阻(圖 1 第二格)」的個案中，受到立即攻擊威脅的一國在缺乏他國軍事支援下，必須利用本身軍事力量進行防禦。1939 年秋，蘇聯要求芬蘭在領土上讓步，並以武力威脅芬蘭。芬蘭政府拒絕該要求，警告蘇聯將採取武力防禦國界。1962 年夏秋，中共與印度間的長期國界衝突升高至直接軍事對峙，中共藉此嚇阻印度在爭議的邊境地區使用軍事力量 (Huth, Paul K., 1988 : 18)。

二、衝突升高階段

「延伸立即嚇阻」的成功或失敗，取決於潛在的攻擊國是否要挑戰，防守國將出兵保護被保護國之嚇阻宣言。根據 Fearon 所言，嚇阻成功的條件有「綁住雙手 (tying hands) 戰略」及「導火線 (tripwire) 戰略」。「綁住雙手戰略」是「攻擊國堅決行使武力，防衛國對攻擊國及防衛國國民表明將採取對應策略，切斷自己的退路」。「導火線戰略」是「在戰略上的重要據點駐留軍隊」。這兩種戰略中，發佈信號 (signaling) 並傳達給攻擊國時，嚇阻則得以成功 (Fearon, James D., 1997, 41, 1 : 68)。

領導人可能有以下兩種情況 (一) 若其不履行威脅或承諾，可能事後會受到聽眾成本影響而感到「綁住雙手 (即國內政治聽眾產生之成本)」。(二) 動員在軍隊上的預算來事前降低成本。描述以上兩種情況之要點的賽局模式分析產生兩個重要的結果。第一，於賽局均勢中，領導者絕不吹噓任何信號，不製造成本損失然後在受挑戰時無法應付。第二，領導者於「綁住雙手」情況下普遍表現較好，儘管這比使用沉沒成本的信號更會引發戰爭的事前風險。為了在某項議題上正確傳達開戰意願或有力回應挑戰方，一個國家可以傳遞「綁住雙手」或降低成本的訊號。綁住雙手意指行使某種行動，且當潛在挑戰方真有所作為時，會增加失信所帶來的成本；但若潛在挑戰方沒有實際行動則不會有損失。當任何可能的情況下，國家聲譽受挑戰時，國家領導人依照傳統會使用綁住雙手的信息作為其意圖的公開宣言。當國內政治聽眾察覺外交政策經營上的失敗時，領導人將受聽眾成本損失的代價；上述情境便是使用綁住雙手的信息之良機。此種宣言的例子如下，在危機、同盟協約中宣言「這不會成立」，藉由賭上一國的國內或國際聲譽來觀察其承諾，及部署於受威脅區域的小型「導火線 (tripwire)」軍隊。相反地，降低成本訊息的行動對一國起初會有很高的代價，但在被挑戰的情況下，不影響開戰及默默順從之間的相對價值。關於這種情形的例子很少。不管結果如何，增備武器或動員軍隊皆會有所損失；但這也可能影響一國在受挑戰下，對開戰或默默順從的預期價值(這可能會有類似綁住雙手的效果)。然而了解到這兩種

獨特的機制是很重要的，我們必須假設其各自為最好的機制的情況下來做個別分析，以了解複合案件的策略性邏輯 (Fearon, James D., 1997 : 70)。

為了公式化與檢驗嚇阻假設，Huth 已經提出幾點有關潛在的攻擊國如何決定是否挑戰防守國威脅，以及重要決策變數的假設 (Huth, Paul K., 1988 : 28)。

| 攻擊國的行動 | 防禦國的回應 | 關係階段 |
|--------------|----------|------|
| 第一階段 未採取行動 | 一般嚇阻 | 現狀 |
| 第二階段 挑戰 | 立即嚇阻 | 國際危機 |
| 第三階段 激烈對峙 | | |
| 第四階段 使用大規模武力 | 強制終止武力衝突 | 戰爭 |

圖 2、衝突升高階段 (Huth, Paul K., 1988 : 21, 筆者修改)

三、協商戰略與危機結果

協商戰略與危機結果可分類成以下四種假說。

第一項假設是，潛在的攻擊國會選擇依賴軍事威脅與採用軍事力量，或依賴協商與外交解決方案，解決與防守國及其被保護國的衝突。攻擊國對於被保護國因軍事力量的使用而給予壓力，或依交涉尋求非軍事的解決。在 Game theory (賽局理論) 中，這些選擇方案定義潛在的攻擊國的對峙的結構——使用高壓策略，以及對防守國協商立場進行有限讓步的合作與溫和策略之間做選擇

(Huth, Paul K., 1988 : 28-29)。這兩項行動分別存在著一些變數，但潛在的攻擊國基本上仍會在軍事強制政策與接受政策之間做選擇。Snyder 與 Diesing 分析使用接受與強制的危機管理 (Snyder, Glenn H., and Paul Diesing, 19 : 208)。

第二項假設是，潛在的攻擊國在針對衝突決定以軍事或外交解決方案時，考量與各行動有關的危險或成本。此點指出採取該政策中，這些潛在危險對於是否接受各項方案扮演限制角色。(Huth, Paul K., 1988 : 30)。例如，Snyder 與 Diesing 提

出幾點常見限制，影響領導者在國際危機發生時的政策選擇：（一）避免疏遠同盟；（二）避免挑釁對手；及（三）避免破壞協商氣氛。例如德國與法國決定在 1914 年奧匈帝國與俄國危機發生時支持同盟國，而 Neville Chamberlain 決定在 1938 年捷克斯拉夫危機時避免挑釁 Adolf Hitler，唯恐後續協商破裂（Snyder, Glenn H., and Paul Diesing, 1977 : 366-368）。

第三項假設是，與潛在攻擊國的決策過程有關，其中包括搜尋有關防守國外交與軍事行動的意圖與能力的新資訊。估計對手意圖與能力的不確定性是國際關係中本來就會有的。潛在的攻擊國對於延伸立即嚇阻狀況的不確定性，將削弱防守國嚇阻威脅的可信度。或者不確定性也可能使潛在攻擊者在決定是否發動武力前，更渴望取得有關防守國的意圖與能力的更多資訊。釐清防守國的意圖渴望在下述危機情況特別重要：潛在的攻擊國的最初威脅是一種試探，測試防禦國支持被保護國的決心（Huth, Paul K., 1988 : 31-32）。

第四項假設是，潛在攻擊國決定發動對峙，可能是受到攻擊與防禦目的鼓舞。防禦動機建立最小或有限的目標，而攻擊動機建立潛在的攻擊國的最大或更有野心的目標。以分析性方式區分兩者或許可能，但實際上對於潛在的攻擊國而言，兩者之間非常難以區分（Huth, Paul K., 1988 : 32）。Richard Ned Lebow 曾經批評嚇阻理論認為潛在的攻擊國會單獨受到攻擊與防禦目標挑畔的假設，他反而認為對於容易受到傷害的防禦反應與認知，對於瞭解嚇阻挑戰是非常重要的（Lebow, Richard Ned, 1981 : 66）。

仲介嚇阻與延伸嚇阻的差異在於，仲介嚇阻是當中共（A 國）與台灣對立時，美國（C 國）嚇阻雙方互相攻擊；延伸嚇阻則是中共（A 國）欲攻擊美國的同盟國台灣（B 國）時，美國（C 國）給予中共（A 國）嚇阻。

潛在的攻擊國戰略

| | | 接受 | 強制 |
|-----------|----|-----------------------------|-----------------------------|
| 防禦國 戰略 | 接受 | <p>二</p> <p>危機升高解除</p> | <p>一</p> <p>攻擊國對防禦國要求投降</p> |
| | 強制 | <p>三</p> <p>攻擊國被迫接受外交挫敗</p> | <p>四</p> <p>戰爭危機升高</p> |

圖 3、協商戰略與危機結果（Huth, Paul K., 1988 : 31）

「仲介嚇阻」的基本邏輯和行使方法與「傳統的延伸嚇阻」有許多不同的地方。「傳統延伸嚇阻」中，防禦者嘗試製造其未來行動的可信度。因此其放棄行動的自由，賭上自己能否確實履行公開威脅及保證的聲譽，並與其同盟國於戰爭計畫上有緊密的合作。上述為「延伸嚇阻」的特徵。另一方面，「仲介嚇阻」則反而對其未來行動留有不確定性。Benjamin Franklin 的建言抓住了這個邏輯的重點「不要讓人們看透你，淺水區容易被徹底看穿」。這裡的目標為維持行動的自由及保持雙方影響力；避免公開承諾，且當不得不發佈公開承諾時，讓它越含糊不清越好的基本及行使方法—這就是「仲介嚇阻」的精髓。這兩種嚇阻基本上的不同影響了其應用上的時機、明確性及承諾的公開性（Crawford, Timothy W., 2003：9-10）。

參、第一次台海危機的過程

艾森豪於 1953 年 1 月就任美國總統，他的目標是結束韓戰，他已經命令第七艦隊不再當中共的防護盾牌。因為中共早已侵略韓國，美軍沒有防衛中共之理由。韓戰如不結束，戰事就可能延伸到中國大陸。他故意說美國將使用核子武器。凡此其目的都在打破停戰談判的僵局，結束韓戰（Eisenhower, Dwight D., 1963：123-138）。

1953 年 4 月，駐華大使 Karl L. Rankin 發表聲明，中華民國正在盡力將中國大陸由共產黨手中解放出來，美國國民與中華民國國民分享完成這偉大事業的希望（Rankin, Karl L., 1964：155）。

1954 年 8 月，艾森豪表明了 1953 年 1、2 月間下達給第七艦隊之命令現仍有效，所以任何對台灣的進攻都必須先通過第七艦隊（Eisenhower, Dwight D., 1963：553）。

1954 年 9 月 2 日，美國國務卿杜勒斯抵達菲律賓，開始與英等國討論簽署東南亞條約組織（SEATO）。同年 9 月 3 日，中共軍開始從廈門向大、小金門島及大膽島展開猛烈砲擊，打了 6,000 發砲彈。國府在徵求華府同意後，開始連續出動海、空軍對廈門附近中共軍基地，實行報復性攻擊。太平洋區司令立即增派艦艇開往金門島附近，協助防守金門島（張淑雅，1994，23：311）。此即史稱「93 砲戰」，第一次台海危機就此爆發。

中共軍即將對金門島發動登陸攻擊，美航空母艦準備支援（Eisenhower, Dwight D., 1963：549）。

當時中華民國在金門島駐軍 50,000 人，馬祖島 9,000 人，大陳島 15,000。但是大陸對岸的中共軍兵力則超過 150,000 (Eisenhower, Dwight D., 1963: 552)，中共揚言侵佔金馬，解放台灣，情勢相當緊張。

美國務卿杜勒斯 9 月 9 日 由菲返國途中在台灣停留，與中華民國官員交換意見。Rankin 要請華府授權美軍司令官，如果必要場合，對中華民國提供海空軍的援助 (Rankin, Karl L., 1964: 206)。

如果美國真的干涉且無法成功防禦的話，這將會對美國在亞洲的威信有決定性的影響。因此美國若決定介入防禦這些群島，必須不擇手段，有必要時甚至得使用核武來獲取勝利 (U.S State Department, 1985: Document No. 291)。

9 月 12 日 舉行會議，某個將軍主張美國承諾防衛外島，並幫助國府軍攻擊大陸，但艾森豪不贊成。因為艾森豪提到台海危機無法限定金門一島，而有爆發第三次世界大戰的危機。何況美國如果再捲入大規模的戰爭，其主要敵人應為蘇聯，而非中共。因此他反對攻擊中共 (Eisenhower, Dwight D., 1963: 554)。

1954 年 12 月 2 日，中美共同防禦條約在華盛頓簽署。這個條約的簽署，等於是意味著台灣被正式納入美國在西太平洋的安全保護體系，引起了中共的反對。(金智，2010，15: 173)。

雙方一年來為防衛所作之努力折衝，至此終因台海危機而獲致協議，並在西太平洋安全體系上鑄成重要的一環 (李榮秋 1981，9: 209)。

中美共同防禦條約第五條與第六條如下：第五條 每一締約國承認對在西太平洋區域內任一締約國領土上之武裝攻擊，以對付此共同危險。第六條 為適用於第二條及第五條之目的，所有領土等詞，就中華民國而言，應指西太平洋區域內在其管轄下之各島嶼領土。(外交部編，1958: 824-827)。

美國的同盟國中華民國的援助在 1954 年 12 月 2 日，美國參議院同意中美共同防禦條約簽訂後開始有穩固的基礎。沿襲先前與菲律賓、日本及韓國的協定模式，該條約承諾美方將援助並防止台灣遭侵略。到 1957 年台灣成為有力戰略位置因此不需要美軍基地；自由中國的潛在軍事能力形成對東亞其他區域共產勢力的重要嚇阻因素。(Rankin, Karl L., 1964: 322-323)。

1955 年 1 月 10 日 中共的飛機大肆轟炸大陳列島。1 月 18 日 中共又以 4,000 名之兵力兩棲占領大陳島北方的一江山島。台海危機遂急劇升高 (Eisenhower, Dwight D., 1963: 557)。

一江山島有 2 平方公里，兵力有 1,000 人，但要攻取它，必須實施三軍聯合渡海登陸作戰。為此，取得制空權與制海權極為重要 (空軍司令部編研室，1958: 159-160)。

1 月 18 日，共軍進攻登陸一江山島，中華民國軍司令官王生明上校率領國府軍 1,100 人，死守不退，浴血抵抗。激戰 3 日，國府軍，受傷者 300 人被俘，王生明上校及官兵 720 人陣亡殉國（楊晨光，2005，12：164-171）。一江山島失守，大陳島為之震撼。

艾森豪於 1 月 19 日開會討論台海情勢，由於中共一再揚言武力侵略台灣，他建議美國改變政策，一面幫忙中華民國國軍撤退距台約 200 哩之大陳島，並發布協防台約 100 哩之金馬。艾森豪也提到大陳島與一江山島對台澎之防衛均無關緊要，唯有劃一防衛線以嚇阻中共擴張之必要。（Eisenhower, Dwight D., 1963：557-558）。

艾森豪認為當時韓戰之爆發部份即因為中國共產黨誤信美國不會防衛南韓，因此他此舉之目的在表明美國防衛台澎之決心，警告中共勿得寸進尺（Eisenhower, Dwight D., 1963：558）。

1 月 24 日艾森豪說鑒於中美已簽訂共同防禦條約，而中共復再三聲稱其攻佔一江山島及轟擊大陳島、金門島等外島之行動僅係侵佔台灣之前奏隨後「死守大陳島」的命令有所改變，中華民國政府接受美方所提「大陳島撤退」建議，擬訂撤退計畫。1 月 26 日國府要求大陳島民眾疏散，以策安全。從 2 月 2 日起，動員民眾撤至台灣（金智，2010，15：180）。

眾議院隨即於次日以 411 對 3 票之壓倒性多數通過授權案（Eisenhower, Dwight D., 1963：559）。1 月 26 日參議院審議，大多數議員認為若金馬一失，台澎也恐將失去。在 1 月 28 日參院亦以 83 對 3 票的懸殊比數通過授權案（Eisenhower, Dwight D., 1963：559-560）。

艾森豪總統於 1955 年 1 月 29 日簽署「授權總統使用美軍防衛台灣、澎湖及該地區關於據點與領土之安全」的參眾兩院聯合決議案，本案發生效力成為法律（Eisenhower, Dwight D., 1963：560）。通稱「台灣決議」（Formosa Resolution），重點如下：「授權美國總統，在其認為必要時，為確保及防衛台灣與澎湖以抵抗武裝攻擊之特定目的，可以使用美軍。（Eisenhower, Dwight D., 1963：716）」

1955 年 1 月，艾森豪表示，為了美國及其他自由國家，台灣與其緊鄰的澎湖群島在「西太平洋島鍊」中構成該海域安全結構的地理支柱。（Wang, Dong., 2013：204）。

2 月 5 日，美國國務卿杜勒斯宣佈已下令美國第七艦隊將協助國軍從大陳島撤回台灣。同時美國海軍宣稱目前針對大陳島的任何行動都將被美國解釋為干涉第七艦隊的任務，這種干涉將可能遭到美國的報復（金智，2010，15：180）。

中華民國得到美國防衛金門、馬祖非正式的保證之後，於是同意撤退大陳島 (Kalicki, J.H., 1975: 149)。中美兩國既可達到加強金馬確保台澎之目的，美國又可避免由於防衛大陳島，而引發大規模戰爭之危險 (李榮秋 1981, 9: 230)。

2 月 7 日，國軍制訂了代號金剛計劃的大陳島撤軍計畫，計畫在 8 日內撤走大陳島全部軍民，所需運載船隻全部由美國提供。隨後，艾森豪下令美第七艦隊立即向台海與浙東海面集結了五個航空母艦戰鬥群；共 5 艘航空母艦、3 艘巡洋艦及 40 艘驅逐艦 (金智，2010, 15: 181、183)。

而中共採取的措施則是繼續轟炸大陳島地區。第七艦隊於當日進入大陳島以東海域。至 2 月 12 日，美軍出動艦艇 83 艘、飛機 738 架次，將大陳島國軍 18,000 人，居民 14,000 人全部撤至台灣。期間浙東前指會計劃撤退國軍實施攻擊，但請示中共軍委後未獲批准，因此整個大陳島撤退一彈未發，國軍順利完成了金剛計劃。2 月 22 日，中共軍轟炸南麂島，守軍見解放軍已呈三面合圍態勢，乃於 2 月 25 日撤回台灣。浙江沿海諸島全部為解放軍佔領 (金智，2010, 15: 181)。

杜勒斯於 3 月 10 日，報告他訪問東南亞及西太平洋之經過。他說台灣海峽的情況遠比他出發前所想像的還嚴重。中共下定決心侵略台灣，放棄金馬也不能讓中共終止此決心。杜勒斯又說如果美國防衛金馬的話，將不得不使用核子武器，因為只有核子武器才能有效破壞中共機場。艾森豪對此意見表示贊同 (Eisenhower, Dwight D., 1963: 568)。因此有一位記者於 3 月 16 日詢問，在亞洲的全面戰爭中，美國是否使用核子武器時，Eisenhower 回答，就軍事目標而言，答案是肯定的。他希望這有助於中共了解美國的決心 (Eisenhower, Dwight D., 1963: 568-569)。

面對美國與中華民國防衛台澎金馬的決心，再加上美國對中華民國支援，以及美國對中共使用核子武器的威脅。中共倘攻擊金馬，中共軍必將損失嚴重，加上有迫使美軍參戰，或以核子武器攻擊中共軍事基地的危險。中共只能知難而退 (Kalicki, J.H., 1975: 150-151)。

在印尼的萬隆 (Bandung) 於 1955 年 4 月舉行第一次亞非會議。於是中共一改先前強硬好戰的態度，而扮演愛好和平的角色，並企圖另行以和平的方法實現其解放台澎金馬的同一目標 (Eisenhower, Dwight D., 1963: 574-575)。

於 4 月 25 日，在亞非會議，周恩來聲明：「中共人民不要同美國打仗，特別是緩和台灣地區的緊張局勢 (金智，2010, 15: 183)」。

4 月 26 日杜勒斯國務卿表示，美國願與中共舉行雙邊談判，或在聯合國討論，或以其他會談方式，促成台海停火。5 月 17 日周恩來再度表示中共願與美國談判緩和台海情勢 (李榮秋 1981, 9: 235)。

各報於 5 月紛紛報導台海非正式停火，中共海軍不再攻擊中華民國船隻，中共機也不再攻擊中華民國巡邏機。中共於 5 月 30 日 宣布釋放 4 名美國飛行員 (Eisenhower, Dwight D., 1963: 575-576)。

周恩來在 6 月 2 日 表示願意與美國談判。但是他認為美國與中共之間根本沒有戰爭，因此沒有宣布停火的必要 (Young, Kenneth T., 1968: 47)。

9 個月的第一次台海危機，對美國而言，至此終告解除。

1949 年以後，國共在大陸沿海和台灣海峽數度交鋒，國府軍勝多敗少。金門島古寧頭、浙江省登步島、823 諸役，國軍皆高奏凱歌；唯有 1955 年一江山島戰役，共軍獲勝，國府軍失守一江山島，最後導致了大陳島的撤退。過往國府在遷台戡亂展示的論述中，往往從 1949 年 10 月的金門島古寧頭戰役、同年 11 月的登步島戰役即躍至 1958 年的 823 戰役 (第二次台海危機)，對於 1954~1955 年第一次台海危機，包括九三砲戰、一江山島戰役與大陳島撤退。(金智，2010，15: 181)。

中共稱一江山島之役為：「1955 年 1 月 18 日 發起的一江山島為中心的大陳島戰役，是中共軍的作戰。(林博文，2009: 57)」

國軍至此僅控制福建外海的金門島、馬祖島，第一次台海危機暫告落幕 (金智，2010，15: 184)。

肆、第二次台海危機的過程

1958 年 7 月伊拉克發生政變，中共即以中東危機與解放台灣相提並論，並積極從事相關作戰準備 (林正義，1985: 43)。共軍已於福建沿海地區進行兵力異常調動與集結 (韓懷智、譚旌樵編，1989: 386-387)。美方雖拒絕發表此一協防聲明，然的確增加對台灣之軍事援助，且積極著手相關危機應變計畫 (Halperin, Morton H., 1975: 1)。

國務卿杜勒斯於 8 月 22 日 召開台海情勢會議，會中達成「若外島遭受攻擊，美國將會參與防衛」共識 (Halperin, Morton H., 1975: 2)，同時決定將加強美國在台灣海峽軍力，如次：第七艦隊應增加 1 艘航空母艦，台灣海峽內應保持 3 艘航母 (林正義，1985: 57)。

共軍於 8 月 23 日 到金門島發動強烈砲擊 (李元平，1993: 237)，美國政府在危機初期處理之考量，不出外交與軍事「兩手策略」。在外交上，國務院主張以第三國善意斡旋、要求台灣克制，以及台海危機應交由聯合國處置等 (孫紹正，2010，25, 1: 50)。

軍方則促請美國介入外島防衛，並認為如要有效、迅速地阻止中共軍行動，美軍就有必要對中共實施核武打擊（Halperin, Morton H.，1975：6）。

8 月 25 日，艾森豪召開台海危機後第一次白宮會議，經過艾森豪修正後，批准下列事項：包括攻擊大陸沿海空軍基地，初期僅使用傳統武器，但需要為可能使用核武預做準備（林正義，1985：75）。

從 9 月 3 日到 9 月 4 日，中共對金門總共進行 700 次砲擊。美國國務卿杜勒斯說道：「基於中美共同防禦條約，美國必須防衛台灣遭武裝攻擊，且國會共同決議授權總統部屬美國武裝軍隊以保護相關地域，如金門及馬祖」（Halperin, Morton H.，1981：17）。

美國軍方希望藉艾森豪嚇阻中共軍進犯外島及突破封鎖，進而緩和台海危機（Halperin, Morton H.，1975：5-6）。艾森豪授權杜勒斯於 9 月 4 日發表「新港聲明」（New Port Statement），表示美國意識到防衛金、馬與防衛台灣日益有關，並強調「如果總統做出決定，將採取即時與有效之行動」（U. S State Department, 1985：135）。

接著杜勒斯將焦點移至核武，提醒我們的防禦方向已轉至使用核武來防禦任何可能規模的抵抗，並指出若關鍵時刻我們因反對的輿論而不使用核武時，必須重整我們的防禦體制。（U. S State Department, 1985：Document No. 66）。

一、台灣或金門馬祖群島從來不屬於中共的管轄之下。從第二次世界大戰結束 13 年以來，上述地域皆一直屬於自由中國，也就是中華民國的管轄範圍。二、因為簽訂有條約，美國必須幫助台灣防禦軍事攻擊。（U. S State Department, 1985：Document No. 68）。

9 月 6 日，白宮會議中，艾森豪核准參謀首長聯席會議之提案「在外島遭受重大攻擊時，得使用傳統部隊，動用核武則需總統核准」。透露出艾森豪實為決定防衛外島動用核武之最後拍板定案者（孫紹正，2010，25，1：50）。

兩國自 9 月 15 日起至 11 月 5 日止共舉行十次會談，Beam 收到國務院電傳有關往後會談之重點在於：避免中共在台海進行挑釁行動、要求中共儘快停火，以及釋放美國在韓戰之戰俘（U. S State Department, 1985：154-159）。

綜觀危機時期，美方決策者之危機處理方式，係以軍事與外交相互交替使用策略。（孫紹正，2010，25，1：51）。

中共國防部長彭德懷於 10 月 6 日發表停火聲明，然聲稱停火前提為「美國必須停止對台護航。（中共中央文獻研究室編，1992：439）」

美國已達成停止護航行動以回應中共停火。美方對台灣之說帖為，既然共軍已暫停砲擊，美軍實無必要護航（Halperin, Morton H.，1975：290）。

在 10 月 8 日之華沙會談中，Beam 向王炳南表示：「對方發表停火聲明，希望基於人道考量，能夠持續此項政策。美方雖有權派遣艦船至該國際水域，然而目前已暫時中止護航，只要對方持續停火，將會遵守此一原則。（U.S State Department, 1985：354）」

中共揚言，僅有在美國不實施護航前提下才繼續停火，此一聲明觸發美、台間之摩擦。再者，杜勒斯亦積極推動減少金門守軍，以期產生美國竭力維持台海和平之形象（Halperin, Morton H.，1975：295-296）。

針對減少外島駐軍方面，艾森豪建議杜勒斯以提供兩棲裝備，換取先總統蔣中正同意減少金門島駐軍（U.S State Department, 1985：347）。杜勒斯為說服蔣中正，於 10 月 21 日抵達台灣訪問，期間與蔣中正進行數度會談，會後發表聯合聲明，雙方達成金門島守軍將做有限度裁減，以換取美國提供外島軍事裝備之共識（Halperin, Morton H.，1975：304-307）。

10 月 25 日，中共再度向台灣發表聲明，宣佈逢雙日不打金門島之機場、料羅灣之碼頭、海灘與船隻；每逢單日雖不一定有砲擊，但警告國軍艦船不要接近外島（林正義，1985：130）。至此，為期 2 個月之台海危機則進入尾聲。

伍、美國因應危機之選項

毛澤東決定砲擊金門島之軍事行動，飭令中共軍加強福建地區兵力部署，以準備隨時發動砲擊（韓懷智、譚旌樵編，1989：386-387）。針對中共加強對外島之軍事施壓活動，艾森豪國安團隊已擬妥一系列備選方案，以供總統裁定（孫紹正，2010，25，1：53）。

美國在台海進行武力示威，以嚇阻中共軍事行動。（U.S State Department, 1985：52-53）。經參謀首長聯席會議討論後達成以下共識：第七艦隊增加 1 艘航母，並在台海維持 3 艘因應危機（U.S State Department, 1985：54-55）。

福建砲兵部隊於 8 月 23 日發動第一波猛烈砲擊金門島，導致三位防區副司令身亡，以及國防部長俞大維負傷。

中共首波攻擊之時間與地點，透露其情報單位對金門島情勢的掌控甚為精確。中共軍此階段之軍事作為，主要以砲擊封鎖為主。美方之危機處理選項，則有對國軍補給艦船實施外島護航至金門島 3 海浬、給予外島口頭防禦承諾、考量動用核武以因應台海危機、美方與中共重啟談判，以及外島劃為「非軍事化區」等（孫紹正，2010，25，1：55）。

若中共認定美軍將防衛外島，將能嚇阻中共停火（U.S State Department, 1985：132）。對此，艾森豪勉強同意。杜勒斯準備一份由政府內討論之「新港聲明」

(Newport Statement)。內容提到「美國應中美共同防禦條約義務，有職責防衛台灣，基於外島的存續已與台灣緊密而不可分，美軍對外島防衛將會即時與有效」(U.S State Department, 1985: 135)。

美軍考慮使用核子武器以應付台海危機。(Halperin, Morton H., 1975: 51-53)。軍方主張應使用核武以遏制中共侵略(Halperin, Morton H., 1975: 53)。8月25日國防部對艾森豪提出正式報告中，強調如果未來攻擊大陸，因政治因素可能需使用傳統武器，然為有效遏阻共產黨軍進犯，美軍仍有必要使用核子武器(Halperin, Morton H., 1975: 66)。最後決定如果中共攻擊外島，美國將幫助中華民國軍反擊大陸東南沿海之機場，而且在初期僅使用傳統武器，但須備妥核武器應急作戰方案(U.S State Department, 1985: 76)。

美國與中共重啟談判，且要求中共停火。回朔在台海危機發生前，中共曾發表最後通牒，聲言若與美國之會談不再30天內恢復，將被視為會談破裂。在期限過後，在7月28日美國發出恢復「大使級會談」提議信件，但未獲得中共回答(U.S State Department, 1985: 134-135)。中共總理周恩來於9月6日回覆將重啟美中會談。艾森豪即決定接受中共的提議(U.S State Department, 1985: 141-143)。

10月6日中共發表「告台灣同胞書」，決定暫時停止砲擊，並呼籲兩岸共同聯手，反制美國分離兩岸，且聲稱未來如果無美軍護航，中共將不對金門島進行砲擊(中共中央文獻研究室編, 1992: 410-412)。

中國的毛澤東執行命令中國人民解放軍發動第二次金門砲戰，蘇聯的赫魯雪夫對此軍事行動是強烈保留的。蘇聯沒有幫助中國，所以，中國和蘇聯的關係逐漸惡化。

1958年中國內部實施三面紅旗的大躍進所引發中國內部的高級幹部的矛盾，在廬山會議「彭德懷反黨集團」事件上，彭德懷因在與會期間批評大躍進政策而遭到毛澤東整肅。

美國與中華民國有中美共同防禦條約，所以有很強烈的同盟關係。蘇聯與中華人民共和國只有中蘇友好同盟條約。所以，產生了美台同盟與蘇中同盟的對立關係。

陸、根據延伸嚇阻理論分析台海危機

第一次與第二次的台海危機以圖 1 嚇阻個案類型來看，是屬於第三格的延立即嚇阻。根據以下理由，第一次與第二次的台海危機不適用第一、二格，也不適用第四格。

國際關係有四種。現在的美中關係是相當於第一格，現在美中間暫時沒有攻擊的威脅，但美中互相準備攻擊對方，展開軍隊。中共的國家目標是與美國有同等的軍備，1964 年時成功發射原子彈實驗以來，繼續增強 ICBM。現在，中共有 40 發的 ICBM，但美國有 550 發的 ICBM。中共有 1 艘航空母艦，美國有 12 艘航空母艦。因此，目前美國為一國強權，今後也將持續。目前防衛國美國感覺到潛在的攻擊國中共的威脅，中共攻擊的目標是美國。因此，現在的美中關係是相當於第一格的直接一般嚇阻。

如果是第二格的話，受到立即攻擊威脅的一國在缺乏他國軍事支援下，必須利用本身的軍事力量進行防禦。潛在的攻擊國俄國的攻擊目標是防衛國芬蘭。實際上攻擊國俄國對防衛國芬蘭造成威脅。

如果是第四格的話，潛在的攻擊國中共的攻擊目標是防衛國美國的被保護國台灣，現在台灣潛在地感覺到攻擊國中共的威脅，因此，美軍約有 40,000 人駐留在日本。現在，如果中共軍侵略台灣的話，基於美日安保條約、台灣關係法及周邊事態法，駐日美軍與自衛隊將會到台灣海峽，防衛台灣。從 1951 年駐留在日本的美軍，為了防衛日本、台灣、韓國而存在，是屬於第四格延伸一般嚇阻的例子。因此，第四格是適用駐日美軍的例子。第一次與第二次台海危機之事例則不適用。

圖 2 衝突升高階段以第一次及第二次台海危機來看，攻擊國中共採取無動武時，防衛國美國的回應是一般嚇阻，結果是維持現狀。但是，若攻擊國中共開始發出挑戰，中共軍開始對金門島砲擊，防衛國美國派遣第七艦隊到台灣海峽，美中開戰的可能性將會提高。攻擊國中共在福建省集結 150,000 人的兵力，防衛國美國試著對中共實行立即嚇阻。防衛國美國對中共威嚇使用核武器，嚇阻其侵略台灣。關係的狀態是美國與中共的國際危機將成為全面戰爭。結果，攻擊國中共對美國的同盟國台灣並沒有行使大規模的軍事力量。攻擊國中共對金門島中止砲擊。此結果，防衛國美國結束強制性的武力衝突。美國與中共的關係狀態並沒有發生戰爭，台海危機解除了。

關於圖 3 的協商戰略與危機的結果，潛在攻擊國的戰略與防衛國的戰略是根據強制或接受而有不同的結果。第一次及第二次台海危機時，潛在攻擊國中共的戰略最初是因強制的軍事力量，總而言之，對金門島砲擊，但是美國派遣第

七艦隊到台灣海峽，防衛國美國派遣第七艦隊是因強制的軍事力量。潛在的攻擊國中共，及防衛國美國的戰略皆為強制的軍事力量。美中兩國如果互不相讓的話，台海危機全面戰爭的可能性會逐漸升高。潛在攻擊國中共因為對金門島砲擊停止、讓步到接受政策，所以台灣危機解決了。適用於二次的台海危機的圖 3 協商戰略與危機的結果來看，潛在的攻擊國中共的戰略是接受，防衛國美國的戰略是強制，適用於第三格（由於攻擊國的外交敗北而接受）。

關於圖 3 的協商戰略與危機的結果，圍繞台灣海峽，適用美國、中共、台灣的戰略來探討。第一格狀況，潛在攻擊國中共的戰略是強制，防衛國美國的戰略是接受的話，防衛國美國可能投降攻擊國中共，這是最不可能的結果。第二格狀況，潛在攻擊國中共的戰略是接受，防衛國美國的戰略也是接受的話，危機不可能逐漸升高，維持和平的現狀。第三格狀況，潛在攻擊國中共的戰略是接受，防衛國美國的戰略是強制的話，攻擊國中共由於外交的敗北而接受，第一次台海危機及第二次台海危機是適合的。第四格狀況，潛在的攻擊國中共的戰略是強制，防衛國美國的戰略也是強制的話，台灣海峽危機引發戰爭的可能性逐漸升高，這是最不希望看到的結果。

在第一次台海危機及第二次台海危機，防衛國美國對於同盟國台灣，為了防止潛在的攻擊國中共對台灣使用軍事力量，試著對中共增加軍事報復。中共試圖侵略台灣，因此美國實行延伸嚇阻來防護台灣。不論第一次或第二次台海危機，美國延伸嚇阻的目的是為了保護同盟國台灣。1950 年代的亞洲是美中冷戰的狀況。韓戰以來，美中冷戰持續了很長的時間。由於 1972 年上海公報與 1979 年中美建交公報，美中冷戰表面上結束了。但中美共同防禦條約及台灣關係法如果是中共侵略台灣的話，美國承諾防衛台灣之內容，美日安保條約也包含美軍與自衛隊將防衛台灣的內容，美國的 2001 年國防報告書視中共為假想敵，因此美中冷戰到現在仍持續。

不論第一次台海危機及第二次台海危機，一、潛在攻擊國中共積極地考慮對防衛國美國的保護國台灣使用軍事力；二、防衛國美國感受到這個威脅；三、防衛國美國一方面認為有可能攻擊，一方面威脅潛在攻擊國中共，將行使軍力報復。因此，美國為了防衛台灣，對中共行使延伸立即嚇阻。因此，延伸立即嚇阻的事例是潛在的攻擊國中共或防衛國美國互不讓步的話，將會發生美中戰爭。但是，在二次的台海危機，美軍與中共軍並沒有互相攻擊，所以美中戰爭沒有發生。總而言之，中共的目的是解放台灣，人民解放軍侵略台灣，但無法達成此目標。在二次的台灣海峽危機美國對中共嚇阻成功。

第一假設是，潛在的攻擊國關於軍事力使用的項目與為了解決關於防衛國或被保護國之對立的外交解決的項目之間的選擇。第一次台海危機的場合，因為人

民解放軍砲擊金門島，所以潛在的攻擊國是中共。美國派遣第七艦隊到台灣海峽，為了防衛台灣，所以防衛國是美國。台灣由於美國的防衛，成為被保護國。二次台灣危機開始後不久，潛在的攻擊國中共採取軍事的強制政策攻擊對金門島砲擊，但美國派遣第七艦隊到台灣海峽，因美國對中共核武攻擊，中共受到威脅，轉換外交的接受政策。關於兩個的選擇項目之強制或接受，在二次的台海危機，潛在的攻擊國中共在最初採取強制政策，最後採取接受政策。

第二假設是，關於在軍事的解決與外交的解決之間決定時之問題，潛在的攻擊國考慮與各個行動關聯的危險及成本。在第一次與第二次台海危機，潛在的攻擊國中共最初砲擊金門島，對於台灣問題，試圖以軍事解決。但是，美國派遣第七艦隊到台灣海峽，人民解放軍持續對金門島砲擊，之後，考慮對台灣本島實行登陸作戰之時的危險與成本。如果中共對金門島、台灣本島實行登陸作戰的話，美國威脅對中共實行核武攻擊。因此，中共考慮到對金門島及台灣本島登陸作戰時的危險與成本，於是沒有進行登陸作戰。也就是說，中共考慮台灣問題以軍事解決是有危險及成本，所以從軍事的解決轉換為外交的解決。

第三項假設是，與潛在的攻擊國重視決策過程有關，其中包括搜尋有關防禦國外交與軍事行動之意圖與能力的新資訊。在第一次台海危機是美國以軍事行動防衛台灣，美國國會議員 90% 以上贊成通過成立台灣 Doctrine。在第二次台海危機，美國也以軍事行動防衛台灣，美國國會議員 90% 以上贊成通過發表新港聲明。艾森豪總統與杜勒斯外交部長都拒絕慕尼黑綏靖，堅決採取務必保護台灣之姿態。潛在攻擊國中共得到的情報是防衛國美國堅決防衛被保護國台灣。中共對於美國的軍事力為壓倒性的劣勢，如果雙方進行戰爭的話，戰敗是顯而易見的，因此，並沒有對金門島與台灣採取軍事侵略行動。

第四假設是，潛在攻擊國的目標為最小目標及最大目標。第一次及第二次台海危機時，潛在攻擊國中共的最小目標是占領金門島，最大目標是占領台灣本島。對中共來說，從防衛動機之最小目標是設想占領金門島，從攻擊動機之最大目標是設想占領台灣。以中共至少最小的目標要能占領金門島，但美國的第七艦隊到台灣海峽，無法登陸金門島。在美國壓倒性軍事力之前，中共軍很明顯地敗北。人民解放軍與台灣軍舉行小規模的戰鬥，美軍並沒有進行小規模的戰鬥。在兩次的台海危機，中共因美國的軍事介入，並沒有實現最小目標占領金門島，也沒有實現最大目標占領台灣本島。

試著比較採取嚇阻戰略的第一次及第二次台海危機與採取綏靖戰略慕尼黑危機，在二次的台海危機，艾森豪總統採取以第七艦隊及核武器的威脅，嚇阻中共之嚇阻戰略。但是，在慕尼黑 (Munich) 會談，Chamberlain 首相接受希特勒要求割讓捷克斯洛伐克的領土，採取綏靖 (Appeasement) 戰略，而不刺激 Adolf

Hitler(希特勒),是為了不要發生第二次世界大戰。結果,雖然採取綏靖戰略,第二次世界大戰還是爆發,綏靖戰略也就失敗。當時,德軍與英軍有同等程度的軍事力量。因此,英軍試著嚇阻德軍,很明顯地無法嚇阻。但是,當時與人民解放軍相比,美軍壓倒性地具有強大的軍事力。因此,美軍試著嚇阻中共,成功是理所當然。因此,嚇阻戰略的成功與否,具有壓倒性的軍事力是重要的條件。

第一次及第二次台海危機的特徵是中華民國與中共的對立逐漸升高,而美軍與中共的對立並沒有逐漸升高。台海危機與韓戰比較來看,韓戰在 1950 年 6 月,因北韓入侵韓國開始,北韓占領首爾,逼近釜山,美軍登陸仁川,擊退北韓,美軍越過 38 度線,侵入北韓。北韓的鄰國中共感受到危機,同年 10 月,人民解放軍進入北韓,美軍與人民解放軍開始戰爭,美中冷戰於是開始。北韓與中共陸地相連,對中共來說,美軍入侵北韓是威脅。但是,台灣海峽危機時,台灣與大陸間隔著海,不容易登陸作戰。美軍最希望的是維持現狀(和平),第一次台海危機開始後的三個月時,由於締結中美共同防禦條約,嚇阻中共軍侵略台灣,也嚇阻中華民國軍反攻大陸。

為何美國成功地嚇阻中共侵略台灣?第一個原因是因為美國派遣壓倒性軍事力第七艦隊到台灣海峽。美國在第一次台灣海峽危機中派遣 5 艘航空母艦,第二次台灣海峽危機中派遣 5 艘航空母艦到台灣海峽。一艘航空母艦是搭載 90 架戰鬥機,5 艘搭載 450 架戰鬥機,將壓倒中共南部的航空兵力。第二個原因是如果中共攻擊金門島、馬祖島、台灣本島、澎湖島的話,美軍威脅中共將使用核子武器。因為中共在當時並無核子武器(中共在 1964 年以後才有核子武器),所以中共害怕美國的核子武器。第三個原因是中共是陸軍國家,有強大的陸軍,但海軍是薄弱的。為了進行登陸作戰,強襲揚陸艦是有必要的。當時,中共連一艘兩棲突擊艦也沒有,如果使用 10,000 隻漁船搭載 150,000 人的中國兵,即使登陸金門島作戰,美軍的戰鬥轟炸機能夠全部擊沉。美軍成功嚇阻中共侵略台灣有 3 個原因:派遣強大的第七艦隊、美軍以核子武器威脅中共及人民解放海軍力量薄弱。

在第一次台海危機或第二次台海危機,美國以航空母艦為中心,派遣第七艦隊到台灣海峽,威嚇中共。而且,艾森豪總統提到如果人民解放軍攻擊金門島、馬祖島、台灣本島、澎湖島的話,美國將對中共使用核子武器。美國對中共採取嚇阻戰略。因此,美國嚇阻中共侵略台灣。中共為了登陸金門島作戰,集結 150,000 人的兵力到中共南部,但由於美國的嚇阻,所以沒有登陸金門島作戰。在二次的台海危機,由於美國對於中共威嚇使用核子武器,而嚇阻中共侵略台灣。杜勒斯外交部長提到拒絕慕尼黑綏靖(Munich Appeasement)。艾森豪總統發表「台灣 Doctrine」與「新港聲明」,美國為了保護台灣表明態度將與中共進行抗戰。

柒、結論

為什麼美國使用「延伸嚇阻戰略」，能阻止中共侵略台灣，成功地防衛台灣？本論文使用「延伸嚇阻戰略」闡明 1950 年代台海危機的美中台關係及使用延伸嚇阻理論，分析台海危機。

適用於第一次及第二次台海危機嚇阻個案類型來看，相當於圖 1 第三格的延伸立即嚇阻。在第一次及第二次台海危機，實際上是由於攻擊國中共的威脅。因攻擊國中共的威脅並非潛在性，中共開始對金門島砲擊，並準備對金門島登陸作戰，中共政府主張解放台灣。攻擊國中共的攻擊目標是防衛國美國的保護國台灣。在二次台海危機，攻擊國中共造成之威脅是砲擊金門島，攻擊國中共的攻擊目標是占領防禦國美國的保護國台灣。因此，使用第一次及第二次台海危機之嚇阻的個案類型分析來看，是屬於第三格的延伸立即嚇阻。

圖 2 衝突逐漸升高的階段適用於第一次及第二次台海危機來看，攻擊國中共的動作是無動作，防衛國美國的反應是全面嚇阻，關係的狀態是維持現狀。但攻擊國中共開始挑戰，並對金門島砲擊，防衛國美國派遣第七艦隊到台灣海峽，美中開戰的可能性提高。攻擊國中共在福建省集結大規模的兵力，防衛國美國試著對中共實行立即嚇阻。防衛國美國對中共威嚇使用核武器，嚇阻中共侵略台灣。關係的狀態是美國與中共的國際危機將成為全面戰爭。結果，攻擊國中共對美國的同盟國台灣並沒有進行行使大規模的軍事力。攻擊國中共對金門島中止砲擊。此結果，防衛國美國結束強制性軍事戰爭。美中關係並沒有發生戰爭，台海危機解除了。

關於圖 3 的協商戰略與危機的結果，圍繞台灣海峽，適用美中台的戰略，筆者將試著來探討。第一格狀況，潛在的攻擊國中共的戰略是強制，防衛國美國的戰略是接受的話，防衛國美國投降攻擊國中共，這是最不可能的結果。第二格狀況，潛在的攻擊國中共與防衛國美國的戰略都是接受的話，維持和平的現狀。第三格狀況，潛在的攻擊國中共的戰略是接受，防衛國美國的戰略是強制的話，攻擊國中共由於外交的敗北而接受，第一次台海危機及第二次台海危機是適合的。第四格狀況，潛在的攻擊國中共的戰略與防衛國美國的戰略都是強制的話，台灣海峽危機引發戰爭的可能性逐漸升高，這是最不希望看到的結果。

關於圖 3 的協商戰略與危機的結果，潛在的攻擊國的戰略與防衛國的戰略是根據強制或是接受而有不同的結果。第一次及第二次台海危機時，潛在的攻擊國中共的戰略最初是因強制的軍事力，總而言之，對金門島砲擊，美國派遣第七艦隊到台灣海峽，此為強制的軍事力量。潛在的攻擊國中共與防衛國美國的戰略都是強制的軍事力量。美中兩國如果互相不讓步的話，台海危機全面戰爭的可

能性逐漸升高。潛在的攻擊國中共因為對金門島砲擊停止到接受政策，所以台灣危機解決了。適用於二次的台海危機的圖 3 協商戰略與危機的結果來看，潛在的攻擊國中共的戰略是接受，防衛國美國的戰略是強制，適用於第三格（由於攻擊國的外交敗北而接受）。

防衛國美國對攻擊國中共嚇阻，成功地防衛被保護國台灣之原因為第一、美國擁有壓倒性軍事力的第七艦隊（「綁住雙手戰略」是攻擊國堅決行使武力，防衛國美國的艾森豪對攻擊國或防衛國國民表明採取對應，切斷自己的退路。）；第二、艾森豪以使用核子武器，威脅中共（「結構線戰略」是在戰略上重要據點台灣海峽駐留軍隊。）；第三、因中共海軍薄弱。

如果將延伸嚇阻理論適用於台海危機的話，對於台海危機，美國將基於延伸嚇阻理論，以自身壓倒性的軍事力，使中共的人民解放軍放棄對台灣侵略的想法，以防止中台戰爭的爆發。所謂延伸嚇阻理論，即為在 A 國（侵略國）對 B 國（C 國的同盟國）侵略的情況下，比起侵略所能獲得的利益，C 國（B 國的同盟國）會讓 A 國明白，其行為將會換來更加嚴重的後果。也就是說，C 國將藉由 3C（溝通 Communication）（可信度 Credibility）（能力 Capability），使 A 國放棄對 B 國所發起的侵略行為。而將其用於美中台三國關係，中共在侵略台灣後所能得到的利益為，台灣這塊領土（但中共幾乎沒有獲得台灣這塊領土的可能性）。而其代價，許多中國人將會受到來自美軍及中華民國軍的殺害。雖然中共或許能夠獲得台灣島這個利益，但考慮到大量的中國人將會被死亡的這個代價，中共還是放棄對台灣的侵略會比較好。

於台海危機應用延伸嚇阻理論（延伸嚇阻戰略）的意義如下：美國使用「延伸嚇阻戰略（美國對中共使用核武器的威脅與美國擁有壓倒性軍事力的第七艦隊）」，能阻止中共侵略台灣。

捌、參考文獻

- (1) 中共中央文獻研究室編（1992）。《建國以來毛澤東文稿》第七卷。北京：中共中央文獻出版社。
- (2) 外交部編（1958）。《中外條約編輯》中華民國 16 年至 46 年。台北：商務印書館。
- (3) 李元平（1993）。《俞大維傳》。台北：台灣日報出版社。
- (4) 李榮秋（1981）。〈第一次臺海危機期間的美國對華政策〉，《政治學報》，9。

- (5) 林正義 (1985)。《1958 年臺海危機期間美國對華政策》。台北：台灣商務印書館。
- (6) 林博文 (2009)。《1949 石破天驚的一年》。台北：時報文化出版有限公司。
- (7) 金智 (2010)。〈第一次臺海危機之研究〉，《中華軍史學會會刊》，15。
- (8) 空軍司令部編研室 (1958)。《空軍史》。北京：解放軍出版社。
- (9) 孫紹正 (2010)。〈艾森豪政府處理第二次臺海危機之理性決策分析〉，《國防雜誌》，25, 1。
- (10) 陳毓鈞 (1995)。〈台海危機與美國干預〉，《美歐月刊》，10, 1。
- (11) 張淑雅 (1994)。〈台海危機前美國對外島的政策 (1953-1954)〉，《中央研究院近代史研究所集刊》，23。
- (12) 楊晨光 (2005)。〈一江山戰役之研究〉，《軍事史評論》，12。
- (13) 韓懷智、譚旌樵編 (1989)。《當代中國軍隊的軍事工作》。北京：中國社會科學出版社。
- (14) Blainey, Geoffrey. (1976). The causes of war. Melbourne, Victoria : Sun Books.
- (15) Cashman, Greg. (1993). What causes war? : an introduction to theories of international conflict. New York : Lexington Books.
- (16) Crawford, Timothy W. (2003). Pivotal Deterrence: Third-Party Statecraft and the Pursuit of Peace. Ithaca : Cornell University Press.
- (17) Eisenhower, Dwight D. (1963). The White House Years, Mandate for Change, 1953-1956. Garden City, N.Y. Doubleday and Company, Inc..
- (18) Fearon, James D. (1997). Signaling Foreign Policy Interests, Journal of Conflict Resolution, 41, 1.
- (19) George, Alexander L. & Richard Smoke. (1974). Deterrence in American foreign policy : theory and practice . New York : Columbia University Press.
- (20) Halperin, Morton H. (1975). The Taiwan Straits Crisis of 1958 : A Documented History. Santa Monica, Calif : Rand Co.
- (21) Huth, Paul K. (1988). Extended deterrence and the prevention of war. New Haven : Yale University Press.
- (22) Kalicki, J.H. (1975). The Pattern of Sino-American Crises Political Military Interactions in the 1950s . London : Cambridge University Press.
- (23) Lebow, Richard Ned. (1981). Between peace and war : the nature of international crisis. Baltimore : Johns Hopkins University Press.

- (24) Morgan, Patrick M. (2003) . Deterrence
Now. Chicago : Cambridge University Press.
- (25) Nicholson, Michael. (1992) . Rationality and the analysis of international
conflict. New York : Cambridge University Press.
- (26) Rankin, Karl L. (1964) .China Seattle : Univ. of Washington Press.
- (27) Snyder, Glenn H. and Paul Diesing. (1977) .Conflict among nations :
bargaining, decision making, and system structure in international
crises, Princeton , N.J. : Princeton University Press.
- (28) U.S State Department. (1985) . FRUS,1952-1934, Volume X IV , China
and Japan . Washington ,D.C Government Printing Office.
- (29) Wang , Dong. (2013) . The United States and China : a history from the
eighteenth century to the present . Lanham : Rowman & Littlefield Publishers,
Inc.
- (30) Young, Kenneth T. (1968) .Negotiating with the Chinese Communists :
the United States experience,1953-1967. New York : Published for the
Council on Foreign Relations by McGraw-Hill.

以多層次因果分析探討素食觀點

蔡立旭^{*a} 王居卿^{**}

摘要

隨著社會型態的改變，飲食已經不再僅是人類為了滿足基本生理需求的例行事物，而是包含更多不同層面的思考，人類開始檢討自己的飲食觀念，藉由更多元的思考途徑來探索飲食現象。本研究藉由多層次因果分析來探討素食的觀點，根據研究分析發現：在表象層，素食則對人的身體健康較為有利；在系統層，以動物本身的立場為考量，為避免動物被殺戮而死亡時感受到痛苦，人類應該要素食；在論述/世界觀層，為了防止全球暖化的觀點也都主張人類應該素食；在迷思和隱喻層，根據生死輪迴的說法，為了避免日後在未來的轉世過程之中，受到動物被人類殺害時相同方式的對待，人類應該要素食。最後，根據研究發現提出結論，提供社會大眾作為飲食選擇之參考。

關鍵字：多層次因果分析、飲食、素食

*淡江大學管理科學學系博士班研究生

**淡江大學企業管理學系教授

a 通訊作者

Exploring viewpoint of vegetable diet through causal layered analysis

Li-Shih Tsai*^a Chu-Ching Wang**

Abstract

Along with the change of social patterns, dietary is not only the routine thing which is for satisfying human's basic physiological requirement any more, it contains more thinking of different levels, human start to review the eating concept of oneself, and to explore diet phenomena by more multiple thinking ways. This study apply causal layered analysis to explore viewpoint of vegetable diet, we found the results according to research analysis: In the litany level, vegetable diet is benefit to human's health. In the systemic level, to avoid animal's painful feeling when they are killing to death, human should be vegetarian. In discourse/ world view, in order to prevent global warming, human should be vegetarian. In the myth/metaphor level, according to statement of samsara, to avoid suffering the same treatment which is animals are killed by human, human should be vegetarian. Finally, a conclusion was offered as reference for choosing food of the public according to the study findings.

Keywords: causal layered analysis, dietary, vegetable diet.

* Doctoral Student, Department of Management Sciences, Tamkang University

**Professor, Department of Business Administration, Tamkang University

a Corresponding author

壹、前言

食物對人類而言是一項維持生理機能運作所必需的物品，由於攸關人類的生存與健康，所以食物的材料、烹調與加工，經常是輿論各界所密切關注的議題。近年來由於人類的經濟狀況好轉，食物選擇及消費的型態也隨之改變，許多人在經濟條件逐漸提高後，開始追求選擇上等品質的食材，還有一些人更奢侈地，將食物視為一種感官享受的物品，或是一種代表消費能力的表現。

自古以來，飲食的目的隨著人類觀念不斷的改變，從早期滿足一日三餐的功用，發展到人類將飲食作為一種社交，透過飲食聚會來增進彼此情感，直到目前，飲食已成為一種結合藝術，展現文化的特色象徵。飲食已經不再只是單純的例行事物，同時伴隨多種社交禮儀與形式，人類開始重新檢視過去的飲食習慣，藉由更嚴謹的邏輯來探討習以為常的飲食觀念，而飲食觀念最受到大家經常提及的包含種類、衛生、安全、營養…等方面的內容。

林宜靜(2014)指出飲食是我們每天日常生活中不可或缺的一項行為，我們藉由飲食來獲取營養，維持生理的機能，也滿足食慾的渴望。隨著生活型態的轉變，人們飲食習慣也逐漸產生了變化，過去飲食行為的目的是為了維持正常生理運作所需要的營養素，而今日的飲食行為，則開始追求在視覺、味覺、嗅覺之外，期待它成為一種生活品味，除了渴望美味可口之外，更講究健康價值，以補充我們在日常活動的過程當中所流失的營養成分。

時下一般人的生活型態已與以往有很大的差異，包括日常作息的改變，使現代人在飲食行為上出現一些改變，許多人因為飲食不適當，導致一些消化器官方面疾病的產生，使得人類因此更為注意飲食與預防保健的關係。過去之學者專家所主張的營養均衡原則建議人類應該均衡地攝取六大類食物：包括五穀根莖類、蔬菜類、水果類、奶類、豆、蛋、魚、肉類和油脂類食物，但是如此的建議在今日也已經逐漸發生了改變，出現了一些學者、專家提出：蔬菜水果有益健康，其中還有一些極力主張素食養生。

而在如此的過程之中，素食動機也隨著人類普世觀念持續的在演變，素食者從最早時期為了護生信念發展到為養生而素食，進而發展至目前最前瞻的觀念，在一般社會大眾都能豐衣足食的前提之下，人類轉而為了維護生態環境的原因而素食。人類選擇素食的動機可能有許多不同原因，在不同的年齡，人類對素食的想法亦有不同的思考，而提倡者在今日已漸漸超越過去舊有的思想，在報章雜誌發表各種不同見解的新觀點，並期待由素食來達成其所預定的目標。

素食主義者由早期善心人士及動保人士提出人類適合食用植物性的食物觀念，演變到為追求養生而素食，並藉由科學化的精密儀器，從實際的案例來研究

素食對疾病的療效，試圖發現更多能促進滋補養生的藥膳食材，使一般人在防治許多生理疾病時，可以藉由食物的調整改變來作為輔助及改善。而近年來，素食有益生態環保的說法在產官學界被廣泛的提出討論。因此，提倡素食的訴求已經不再只出現在慈善及保育的範圍內，更進入到生態學的領域。

貳、文獻探討

一、素食的定義

各國對素食的定義不一，例如素食的英文是vegetable這一個名詞，是源自於拉丁文vegetare而來，它的定義為無肉的飲食型態，根據吳麗芬等(2009)提出國際素食協會定義素食是不吃肉、家禽、魚及其副產品，包括純素食及可吃或不吃奶製品和蛋。而國內對素食的定義是不加動物性原料的食品，亦即舉凡動物性肉品、油脂及動物性原料之湯汁、萃取物及濃縮物，都不屬於素食食品。

二、素食的動機

Hawkins, Best & Coney(2004)指出動機是行為的理由，一個人做某些事的原因，代表一個無法觀察到的內在力量刺激和迫使一個行為的反應，同時對這一個反應提供了特別的方向。人類採行素食的動機因人而異。有一些人是為了宗教信仰，有一些人是為了身體健康，有一些人是經濟預算，也有一些人是為了保護動物生命而不殺戮。另還有一些人是以尊重動物權利(animal rights)，或是營養健康等理由。素食者各有不同的思考，也有一些人基於意識形態或是道德考量而拒絕食用肉類。

三、素食的種類

(一)、國內學者蘭淑真(1994)、蕭志同(1996)、李建安(1997)、王瑤芬(2005)；國外學者Dwyer, Stolurow & Orr(1991)、Farley(1992)將素食種類分為：

1. 純素 (vegans or strict vegetarian)：又稱全素。不食五辛、蛋、奶、肉類、海鮮及其加工品，僅食植物性食物。
2. 果素 (fruitarians)：僅以水果為主食。
3. 生機素食(natural organic vegans)：又稱天然素食。強調清淡、自然、高纖維，採用新鮮、無污染的蔬果，遠離人工色素、添加物、肉類、加工素食品等，一切回歸自然的攝食方式。

4. 奶素 (lacto-vegetarians)：不食五辛、蛋、肉、魚、海鮮類及其加工品，但吃奶類、奶製品及植物性食物。
5. 蛋素 (ovo-vegetarians)：僅食植物性食物、蛋類及其製品。
6. 蛋奶素(ovo-lacto-vegetarian)：食用植物性食物、蛋、奶類及其加工製品，亦不食五辛。
7. 方便素：不忌五辛、動物性油脂，除大塊肉不食外，其餘均食用，且食「肉邊菜」。另一說法是，僅在固定日子吃素，如初一、十五吃素，或在固定的餐次吃素。

(二)、國際上根據 Amato and Partridge (1989)、Phillips (2005) 及張智為(2011)將素食的種類分為：

1. 部分肉食：可能基於健康、道德或信仰而不食用某些肉類，像不吃牛、羊、豬等哺乳動物的紅肉是最普遍的類型，會食用部分禽類和海鮮。
2. 蛋奶素食：可食用蛋和奶類，及其相關製品。
3. 蛋素食：不吃奶製品，可食用蛋類和其相關產品。
4. 奶素食：不吃蛋及蛋製品，可食用奶類和其相關產品。
5. 長壽健康飲食法：食物主要是穀類和豆類。
6. 生食：這種飲食方式是將所有食物保持在天然狀態，即使加熱也不超過攝氏47°C。生食主義者認為烹調會致使食物中的酵素或營養被破壞。
7. 食果實：僅食用水果和果汁或其他植物果實。
8. 嚴守素食：不食用所有由動物製成的食品，如蛋、奶類、蜂蜜，除了食物之外，部份嚴守素食主義者也不用動物的製成品，如皮革和含動物性成份的化妝品。

參、研究方法

本研究採取多層次因果分析為研究方法探討素食的觀點。

一、多層次因果分析(causal layered analysis)的目的

紀舜傑(2010)提出多層次因果分析在理論層次它是企圖整合社會科學的實證、批判、文化分析、和行動研究的認知模式，認為人類的認知是垂直的活動，知識的根源來自歷史、文化、社會結構，呼應傅柯(Michael Foucault)所主張的「知識的歷史框架」，即各種知識都是在特定的歷史底下的產物(Foucault, 1973)。另外，多層次因果分析也融合 Johan Galtung(1996)所主張

的文明密碼(deep civilizational codes)，即要了解國際關係必須了解各國的文明根源(civilizational origins)，例如不同文明對他人、自然、歷史的觀點。

多層次因果分析法是一種研究組織文化和社會現象的策略，不僅深入而且具有多層次，可以建構出比較廣泛和客觀的情境分析。此一研究方法主要的目的在於使研究者能以一種以邏輯系統的模式，來分析構成某一事件之可能因素之間的互相因果關係，以尋求形成結果的多項因素中，因果關係相對明顯的關鍵事例。

二、多層次因果分析的層次內容

這是由 Sohail Inayatullah 所發展之一個新的研究方法，這一個方法的目的除了能預測未來，還能夠整合社會科學，批判、探討、研究與分析文化。Inayatullah 多層次因果分析由四個層級所組成：表象層(litany)、系統層(systemic causes)、論述/世界觀層(discourse/worldview)、迷思/隱喻層(myth/metaphor)。如此的方法將指引和提升研究分析的水準，包括洞察的不同途徑方法(Inayatullah, 2004)。

第一個層級為表象層(litany)，指的是一種現象、狀態，通常是顯著的事實，並經常被用來從事政治操作，也常在新聞報導中發現，其中所出現的問題、狀況和情勢，彼此都不是互有關聯的，而是以零碎和不連續的型態呈現。通常當人們發現這些文字和資訊，其心中的想法都是無力扭轉並且無助，亦認為自己不能改變什麼，認為事件與自己無關，而絲毫不理會，所以不予涉入；僅有思想積極的人，才會想到是否應該決定採取行動。在整起事件中多數人出現消極的心態，和負面的思考方向，大部分人選擇冷眼旁觀。這一種層級研究讓研究者可以從明顯清晰的情況或現象，去思考後續的行動。可以讓人省思分析目前作法，並規劃未來動向，然而若能適度改善現有的缺失，將可以避免和預防先前的錯誤再次發生。

第二個層級為系統層(systemic causes) 會關注問題的系統性的原因，包括經濟的、文化的、政治的、科技的、環境的和歷史的因素，通常可以用資料解釋事件。這一種分析通常與政策制定有相關聯，由於社會、科技發展和產業轉型，執行行動的過程中，所有方面的優點與缺點，包括政府和各種事件關係人的角色、國家定位、政府成員、利害局勢，報紙的社論或政治評論性的內容會被提出討論，閱讀者可以從報紙社論或雜誌期刊發現。這個層級超越科學資訊的分析，重視的是學術性的論述。

第三個層級為論述/世界觀層(discourse/worldview)，探討關於文明結構的問題，尋求普世價值支持和合理化特定事件的論述。根據各方的論述，所出現的特定情節在此會增加敘述內容，可以擴充分析橫向的空間視野。

Inayatullah(2004)提出闡述者的任務是要尋求深入的、社會的、語言學的、文化結構的不變行為者(actor-invariant)。在此層級裡，可以研究不同的經濟、社會、文化觀點如何建構，對於特定議題構成的假設條件，經由調整和改變問題意識來加強完整的構念，了解先前提出論述的內容如何聯結主要事件的結構，對其主要原因或解決方案的部分可以不需用的比例去說明。

第四個層級為迷思和隱喻層(myth/metaphor)。這一些是深入的敘事、集體的原型(the collective archetypes)、未限定範圍的問題或有爭議性的議題，例如人口、公民社會、或是人為的各類資源..等。此層級提供一個初衷和感性的層面，不追究問題本身的世界觀。傳統思考和保守的觀念，在此處可能已過時，資訊不再僅能由事件取得；語言的使用不需要精準，若能喚起想像力即可，潛意識的感性大於理性，傳統的想法不適用；希望感動人的心而非人的腦，訴求以感性的角度看待問題，原有觀念可能被推翻。

肆、研究分析

一、表象層

多層次因果分析研究方法的第一個層次，就是對問題表象的感知。對於素食的作法，社會大眾最容易且最直接想到的就是素食對人體健康的影響如何，而這一方面的資訊可以從報章雜誌、課本教材、參考書籍及新聞報導的內容中取得，一般而言，大眾所獲得的資訊多數顯示，素食對人體的健康是有益處的。

人類消化道病疾主要起因於飲食的問題，許多素食者開始以自身的經驗告訴他人，許多疾病產生的原因便是攝取過多的肉食，提倡多吃蔬果類食物，甚至是完全素食，以實驗、檢驗及臨床的案例來說服他人，素食可以促進健康。

釋星雲(2006)指出:根據科學家的研究，人類的生理結構介於素食動物與肉食動物之間，但是比較接近於素食動物。肉食動物消化的腸道較短，因為肉類食物腐敗極快，不宜在身體裡停留太久，免得對身體造成傷害，而素食動物腸道較長，曲折環繞，為的是慢慢消化蔬菜、水果。所以，人類的生理結構確實比較適合素食。

黃建勳(2013)提出有一些人誤以為肉品衛生、安全、可靠，但是試想每天有那么多的雞、豬、牛、鴨...等被屠宰出售，根本沒有辦法一一確實檢查。若要檢查出一塊肉是否帶有癌細胞，就已經相當困難，更何況是逐一檢查每一隻動物。結果民眾在無意間，無可奈何地被迫吃入許多有礙健康的肉食食物。根據環保署曾經進行台灣居民頭髮中汞含量的調查，發現經常吃海洋魚類的民眾，其頭髮中

汞含量是不吃魚的民眾的六倍，而葷食者又比素食者頭髮汞含量高出8倍。中山醫學大學職業安全衛生學系毛義芳教授也曾接受國科會委託，進行國內食品檢測，結果發現含環境荷爾蒙的食物以雞、鴨最濃，因此學者專家皆建議多吃蔬菜水果，少吃肉類食物。

曾慧文(2006)指出若以醫學養生的觀點而言，素食也有很多附帶的益處。肉類食物比起蔬果類食物，相對上而言是較受到汙染的食物，細菌、寄生蟲感染、動物的癌症等種種動物的致死疾病是相當普遍的情形，而人類食用這些不乾淨的肉類身體一定會引起一些問題，過量的肉食也使身體體質酸化，而許多種慢性病，例如心血管疾病、部份癌症如大腸癌等都與過量的肉、膽固醇及脂肪有關聯。

植物性食物含有豐富的纖維質，而這一些纖維質有助於消化，排泄，根據研究，五穀根莖類中的膳食纖維，於糞便中有保留水分的功用，可以增加糞便含水量，而有助於排便。而蔬菜水果中的纖維質，主要經由發酵作用，刺激腸道蠕動，亦而有助於排便。此外，根據醫學臨床觀察顯示，由於肉食者攝取低纖維、高脂肪的飲食，使其成為大腸憩室症的好發族群；而由於素食者食用植物性食物，則相對含有較多纖維素，脂肪總攝取量也比肉食者少，並不具肉類所可能產生的毒素因子，採取對腸道健康是較為有利的飲食選擇，因此素食者具有能抗氧化的維生素與乳酸菌，使其比肉食者比較少有罹患或死於癌症病變，尤其是大腸癌與胃癌。

曾慧文(2006)指出蔬果類所含的種種維生素、礦物質、微量元素及抗氧化的成分，是人體維持正常生理功能所必須的，並且會幫助人體減緩老化速度，使我們比較容易保持健康長壽及思維靈敏。

趙強(1995)指出西方素食者所推崇，可以控制體重、預防肥胖、及肥胖相關疾病的發生，當體重維持在正常範圍內時，較不易罹患糖尿病、高血壓及心血管疾病，對於已經罹患這些疾病的人，若可以藉著正確的飲食，則可以改善疾病情況，並且使這些慢性疾病所造成的併發症減少發生。而對於糖尿病患者而言，攝取複合碳水化合物(富含纖維質)的比例較高時，再加上多作運動，可以增進身體對葡萄糖的利用，有益於血糖的控制。在西方的醫學臨床研究中發現：素食者的血壓隨著年齡上升的趨勢比肉食者低，發現素食者在心血管疾病的罹患率及死亡率皆比非素食者低。由於素食者食用較多的纖維質，糞便中的膽酸及可溶性脂肪酸的總量及濃度也較低，同時較不容易便秘，維持腸內有益菌的正常狀態，縮短腸道中致癌物質停留的時間，使得腸道黏膜細胞可以維持較佳的健康狀況，因此也較不容易發生癌症的病變。

二、系統層

多層次因果分析研究方法的第二個層次，就是解釋表象層受到的質疑，並探討造成今日之現象的因素。對於素食的影響，在此層級分析，將動物作為肉食者首當其衝、身受其害之當事者的立場，來分析人類應該選擇素食的原因，避免動物即將淪為人類食物前所受到的折磨與痛苦。

林宜靜(2014)指出人類最早想要素食主要基於道德因素，認為動物遭受人類獵殺並不是公平的，主張每一種動物應擁有相等的權力。西方有多位學者曾經提出相關的見解，其中一位著名哲學家Jeremy Bentham是道德哲學中有志於改革的創始者；他曾經提出「動物解放」的相關論點，其提出了「每個人都算是一個個體，沒有人可以多於一個個體」(Each to count for one and none for more than one)的說法，把道德平等的這項根本基礎納入了他的倫理學系統。換言之，一個行動所影響到的每個對象的利益，都應該受到平等考慮，並且對每個對象的利益所賦予的重要程度，應該與其他對象的類似利益一樣(Singer, 1975/ 孟祥森、錢永祥譯，1996)。他並認為應該以「感受痛苦的能力」(the capacity for suffering)為判別標準，來判定生物是否有權力受到平等考量，而非以主觀的能力、成就與物種特性來衡量。另外一位學者Peter Singer於西元1996年在其《動物解放》(Animal Liberation)一書中提出「動物解放」的論點，其所提出之公平原則，認為不論何種身分地位、性別、膚色、聰明才智..等等，皆應該遭到公平對待，並抨擊「物種主義」(Speziesismus)的觀點，認為不應以物種的差異來否定動物的權利，譴責此一觀點就如同過去將黑人視為奴隸、貶低婦女權益是一樣的行為(Leitzmann, 2001/林碧珠譯，2006)。其表示希望人類把動物視為獨立於人之外的生命體看待，而不是把牠們當做人類的工具或手段，而素食生活方式就是終止所有讓動物受苦的行為。Singer承襲並延續邊沁的「感受痛苦的能力」(the capacity for suffering)觀點，將其視為一個動物是否有權利受到平等考量的關鍵特徵，感受痛苦的能力，其最基本之利益就是在於不遭受痛苦。除此之外，學者 Tom Regan 提倡的「天賦價值」觀，認為所有的動物應該與人擁有相同的權利，站在相同的思考點之上，考量其價值，因為人與動物天生擁有相同的存在價值，而人類所擁有的權利，也應建立在此一基礎之上。

Peter Singer與Jeremy Bentham的想法皆認為動物平等的權利，並不會因為牠們不能推理、無法說話而有所差異，而是其會感受到痛苦，造成動物感覺痛苦便是不平等的對待。也就是說，他們提倡以感受痛苦為關鍵，來要求平等考量的

權利。因此我們即便不能將肉食者視為嗜血與殘忍，而認為素食者就是仁愛與慈悲。畢竟植物確實不同於動物，因為植物並沒有神經組織可以感受痛苦。

歸納上述幾位學者的觀點後可以發現，動物畢竟也是生存在世界的另一種生命體，即便形體上的差異亦並不代表在相互間的關係上即可予以不平等的對待，但是實際上人類在不同膚色的人種間互相平等對待相對簡單，但是對於形體相異的動物之對待而言，便可能在情理上、感覺上、道德上的認知就會產生比較大的差異。

三、論述/世界觀層

多層次因果分析研究方法的第三個層次，從不同角度來探討並尋求當事人或是見其深層的、社會的、語言的和文化的原因，重新解構我們對問題的認識。在此層級的分析，引用防止全球暖化的觀點來印證及加強人類應該素食的理由。

全球暖化對人類的健康及經濟造成威脅，它比病毒、細菌及病媒等傳染病，更容易擴散。而地球暖化現象亦造成颱風威力增強及發生次數增加；水災、旱災或森林火災接連發生、冰山融化、海平面上升；農作物收成減少，飢荒蔓延及愈來愈多動植物面臨棲息地消失而瀕臨絕種的危機。因此地球暖化不再只是生態環境的問題，倘若地球持續目前的暖化趨勢，預估未來損失的財富及造成的損害，將超過戰爭所造成的災難。

黃建勳(2013)提出全球頂尖的醫學期刊(The Lancet)指出：「21 世紀人類健康的最大威脅就是全球暖化造成的氣候變遷」。前衛生署長陳建仁表示，氣候變遷可能在許多方面影響人類健康，包括因旱災而起的糧食危機、水患造成的傳染病擴散、生態破壞導致的蚊蟲傳染病發生等。全球暖化也衝擊飲水安全、環境污染、國民營養，同時造成慢性病與新興疾病的產生。2009 年看守世界研究中心(World Watch Institute)報告評估：「畜牧業產出的溫室氣體已占全球溫室氣體總量逾半。」因此，世界銀行首席經濟學家、現任倫敦政經學院史登教授強調：「生產肉對全球資源帶來龐大壓力；若要戰勝氣候變遷，人們必須改吃素才行。」；2013 年年初台灣醫界曾召開全球暖化與全民健康高峰論壇，同時醫師公會全國聯合會理事長李明濱教授，及台灣營養學會理事長王進崑教授，也發起「選擇營養健康的植物性飲食，有效遏止氣候變遷」的連署，以響應聯合國跨政府氣候變遷小組(IPCC)「蔬食抗暖救地球」的訴求，締造民眾健康和地球環境的雙贏新局。

蕭富元(2007)指出地球暖化使得原本就很脆弱的生態環境受到滅絕式的威脅。因為暖化以及二氧化碳濃度增高使海水酸化，全球 20% 的珊瑚礁遭受到嚴重破壞，白化死亡，致使有毒海藻增生，魚類吃下毒藻，人類再吃魚而中毒。根據統計，全球每年有五萬人食用珊瑚礁魚類中毒，台灣民眾嗜食的石斑魚，就是其中之一。在人類成為環境難民之前，物種難民已經默默展開逃亡。為了適應未來的暖化，台灣的烏魚捕獲量正逐年下滑中。由於暖化，黑面琵鷺的棲息地，將減少三分之一。以目前的暖化速度推估，七十年之後，台灣三千公尺以上的高山，將有四個月完全不會有低於十八°C 的水溫，對於只能存活在十七°C 水溫的國寶魚櫻花鉤吻鮭而言，實在是個可怕的壞消息。而對溫度最敏感的是蚊子。只要溫度上升一度，蚊子數量就會增加十倍。世界衛生組織直陳，地球暖化使得瘧疾捲土重來，非洲一千七百公尺的濕冷高地，還因為有蚊子而出現瘧疾病例。溫度增加會改變疾病的分布，過去只存在於北回歸線以南的登革熱，當氣溫上升一度，埃及斑蚊就會北上，攻陷台中和台北。因此要看登革熱會不會大流行，根本不必去數蚊子，看溫度最準，暖化對公共衛生影響是極大的考驗。

畜牧業為了提供人類食用肉品而飼養牲畜所使用的抗生素、荷爾蒙、化學肥料、殺蟲劑，造成對於水、土地與空氣的汙染，成為土地沙漠化與土質破壞的主因，而土壤損耗正是許多物種消失滅絕的原因，目前因人為導致環境變遷造成生物物種的消失速度，已經超過物種自然滅絕因素的數百倍，如此狀況已經令世界各國政府相當憂心。而大量且高濃度的動物排泄物除了對水資源和土地的汙染以外，其在分解過程時所產生釋放的各種氣體亦會對地球產生有害的後遺症，例如氨氣促進形成酸雨，導致樹木枯萎凋零；甲烷與硫化氫等溫室氣體造成地球暖化。此外，動物排泄物的氣味亦會造成當地居民咳嗽、喉嚨痛、哮喘、氣喘、心臟病、憂鬱、頭痛及呼吸道的疾病，而其臭味更影響鄰近地區的空气品質。

總而言之，畜牧業已經被發現對人類、動物、植物和生態環境，都有極大的生存威脅，然而有許多人對這一個事實彷彿視若無睹，另有一些人無奈表示束手無策，竟然完全漠視人類至今為了肉食所有一切的犧牲。面對日趨嚴重的全球暖化，許多學者專家皆已經提出以素食作為防止暖化的方法，期盼每一位有心人都能共同努力實行。

四、迷思和隱喻層

多層次因果分析研究方法的第四個層次，是潛意識和情感的，希望喚起人們對事件的想像力，刺激人對意象的想像。在此層級的分析裡，引用生死輪迴的說

法來告誡人類此生若不選擇素食而選擇肉食，未來及來生將可能面臨可能的情境。

涂宗呈(2005)指出素食能在中古時期流行，有賴於推廣素食不遺餘力的佛教僧侶。這些僧侶利用肉食等同於殺生，殺生者必須接受生死輪迴時下地獄受苦刑，勸導人們斷肉素食。那一些殺害動物而帶給牠們痛苦的人，正如屠宰場裡屠夫所作所為一樣，在來世與未來的眾多轉世之中，將會受到相同方式的對待。

釋慧開(2006)指出生死輪迴的說法，在華人的社會文化中，因為佛教的普及，早已成為大眾耳熟能詳的通俗概念與多數百姓的基本信仰，而在佛教信仰中，生死輪迴、轉世投胎的信仰，在佛教中主要做為宗教禁止肉食的推動力。

誠如釋慧開(2006)指出：一般大眾皆誤以為輪迴之時間，是在生命終結之後，依其善惡業報，去投胎轉世，這一種片面的理解並非生死輪迴之正確觀念。廣義而言，輪迴的發生時間，具體地描述，就是在人的整體生命歷程中，每一分、每一秒都是親身處於輪迴的狀態之中隨波逐流而不自覺，所以佛教中常用「生死大海」一詞來譬喻及描述芸芸眾生身陷無所遁逃於天地之間的生死輪迴處境，例如《大般涅槃經》(卷上)有提到：「一切眾生皆漂沒生死大海。」就是由於生死輪迴是宇宙人生整體無窮無盡、無始無終的生態系統，因此要洞悉生死輪迴的實際面貌，根本就不須要，也不能等到死亡來臨之際。而且從佛教強調注重修持實證的立場而言，要參究生命流轉的實相，應是隨時把握當下現前一念之間。

釋見晉(2005)指出世間眾生無不在輪迴之中。生而又死，死而又生，不斷反覆進行。一旦生命結束，很快的又轉為另一新的生命。因此，人類此生會轉世為人，但下一世卻也可能會轉世成狗、豬、雞，或是更低下的物種。無論是哪一種情況，一個人在來世所獲得的軀體，是基於他在今生發展出來的結果，以及其所累積的業障而定。轉世之道並非總是順遂的，此生獲得人身，但是到來世，可能會進入另一個軀體，而那一個軀體卻不一定是人。換言之，並非生為人者永遠皆生為人、生為犬者永遠生為犬，也不會永遠處於天堂或永久沉淪在地獄，更不必然成為到處飄散的鬼魂，而是在六道裡進進出出，不斷的輪迴。而此六道，又名「六趣」，包括天道、修羅道、人間道、畜生道、餓鬼道、地獄道，此六道是眾生因造作善惡業而趣往的六種生存狀態，其輪迴的狀況，來去往返，並於其處所間生死流轉，有如車輪上下輾轉不休止一般，在這六道中週而復始，無有不遍，但其輪迴的途徑，不出六道，稱為「六道輪迴」。六道輪迴中，其中上三道，為三善道，因其作業(善惡二業，即因果)較優良的緣故；下三道為三惡道，因其作業較慘重故一切沉淪於分段生死的眾生，因此三惡道的眾生最苦，地獄要忍受

寒熱苦；餓鬼道要忍受饑渴苦；畜生道要忍受殘殺苦。除了佛、菩薩、羅漢才能夠跳出三界，不入輪迴。以善惡諸業為因，能招致善惡不同的果報，是為業果。作為業果的表現形式，世俗世界的一切萬物，都是依於善惡二業而顯現出來的，依業而生，依業流轉。所以，眾生行善則得善報，行惡則得惡報。而得到了善惡果報的眾生，又會在新的生命活動中造作新的身業、語業、意業，招致新的果報，故使凡未解脫的一切眾生，都會在天道、人道、阿修羅道、畜生、惡鬼道、地獄道中循環往復，不斷輪迴。

釋慧開(2006)提出世界上並非只有佛教的教義內容才存在主張「生死輪迴」的說法，其實自古以來就曾經發現，並非僅東方地區才有如此說法，因為西方哲學思想中，原本就有輪迴的概念，例如希臘數學家畢達哥拉斯(Pythagoras)與哲學家柏拉圖(Plato)皆提倡輪迴的說法，然而後來被世人所遺忘。早期的基督教也存在輪迴轉世的說法，在《舊約》與《新約》聖經之中皆有發現相關的文獻記載，因此許多教徒皆相信人類有前世與來生。

根據輪迴說法，人類必須為其舉止、言論與決定的表現承擔後果。在其往生後，人會因為自己所造的業障，而不斷生死轉世，輪迴於不同層別的空間，而各種遭遇的生命歷程皆源於自我善惡業果所致，其實就是所謂的因果報應。以因果報應觀點而論，則人生所有福樂苦難，其呈現的現象背後，都有它一定公平的道理，先有因，才有果，自食其果。

伍、結論

天理循環，因果報應的說法，絕對不是毫無根據的言論，這是世界上確實存在的法則，這也是因果論主張的內容，而這一個因果論其實也是世界上真正的永恆定律。因此所有人類所犯下的錯誤、人類所引發的仇恨、人類所造成的罪孽，無論是蓄意或無意，在未來的某一個時間點都遲早會自然或巧合地反饋到人類的個體、人類的家庭、人類的後代。事實上，人類現在所承受的，或者是人類所遭受的一切後果，都是人類自己過去所累積醞釀的前因所導致，這是世界上合理而公平的真理。

人類應該以仁民愛物的精神來考量，並且要建立愛惜生命的正確觀念，承認所有動物都有天賦的生存權利，無論是胎生、卵生、草食、肉食、凶猛動物、溫馴動物...，都不應該擅自地予以剝奪，切勿對其予以差別考量，而將各種動物依其與人類的相互關係或能否提供鮮美可口的肉品，分成各種不同用途或評估，然後再根據如此的用途或評估，來決定是否食用牠們，包括是否飼養或捕捉牠

們…等，例如僅對某一些僅存數量稀少的動物，才對其特別珍惜保護而不將其宰殺，其實無論是哪一種動物，牠們生存的權利是相同的，遭受宰殺的疼痛與垂死的掙扎都是一樣痛苦的，人類應該要感同身受，而非僅顧及人類自己的利益。人類應該要有同理心，切莫再一味的自私自利，執迷不悟。畢竟大家都知道螻蛄尚且偷生的道理，況且每一個人都知道不可為了自身利益把他人殺死，無論是哪一方面的利益都不可為之，這一種思考也應該比照於對待動物身上，同樣邏輯，人類不應該為了要滿足食慾而把動物殺死，若角色互換，動物把人類作為其食物之來源而來殘殺人類，則此時人類將如何因應。人類應該要維護每一種動物的生存權利，無論其肉質鮮美與否或與人類的關係如何，都不應自私地予以剝奪。

肉食並非人類與生俱來的本能，也不是最佳的食物來源，更不是促進健康的適當作法，既然已知肉食確實是一種非適當的飲食行為，凡是能夠明辨是非善惡的人，絕不會採取如此的嗜血作法，即使這一種作法至今已經積習長久或約定成俗，只要人類還有悲天憫人的良知，就應該不要使其他動物成為人類殺戮的對象。相較之下，素食完全不用殺生，若能停止殺戮，維護動物生命，使其頤養天年，則人類便可以如願地獲取無量且圓滿的功德。

參考文獻

Amato, P., and S. A. Partridge, (1989), *The New Vegetarians: Promoting Health and Protecting Life*, New York and London: Plenum Press

Dwyer, Stolurow & Orr,(1991), A nutrition knowledge test for high school students. J. of Nutrition Education.13(3),.93-4.

Farley, D,(1992). Vegetarian diets: The pluses and the pitfalls. FDA Consumer,26(4),20-25. [on-line] ASE(ISSN:0362-1332)(1999/11/13print).

Hawkins, Del I., Roger J. Best and Kenneth A. Coney, (1986), *Consumer Behavior, Implications for Marketing Strategy*, Third Edition, Texas,Business Publications, Inc.

Inayatullah, Sohail. (2004). The Causal Layered Analysis: Theory, historical context, and case studies. In Sohail Inayatullah (Ed), The causal layered analysis (CLA) reader. Taipei, Taiwan: Tamkang University Press.

<http://www.h-i.com.tw/chi/vage.asp>

王瑤芬，台南地區成人素食者素食營養知識、茹素態度、茹素行為與烹調行為之徑路分析，餐旅暨家政學刊，第二卷，第一期，(2005)，P51~69

林宜靜，從定位觀點解構素食文化，淡江大學大眾傳播學系碩士論文，(2014)

林碧珠譯，素食的奧秘：吃素者與非吃素者之間的差別在哪裡。(2006)，台中市：晨星。

孟祥森、錢永祥譯。動物解放，(1996)，台北市：關懷生命協會。

涂宗呈，中國中古的素食觀，國立臺灣大學歷史學研究所碩士論文，(2005)

吳麗芬、李偉強、林麗華、周幸生、楊雀戀、陳玉枝、鄒怡真、紀美滿，素食者飲食行為、營養及健康狀況的相關性調查，榮總護理；(2009)，26卷2期，P153 - 161

張智為，消費者對素食標示偏好及其滿意度之研究，屏東科技大學農企業管理系碩士學位論文，(2011)

黃建勳，(2013)，<http://blog.xuite.net/gene.shaw/twblog/expert-view/177687148>

蕭富元，全球暖化台灣發燒，天下雜誌，369期，(2007)，
<http://lintzu.pixnet.net/blog/post/24236966-%E5%85%A8%E7%90%83%E6%9A%96%E5%8C%96%E5%8F%B0%E7%81%A3%E7%99%BC%E7%87%92>

釋星雲，素食的好處，(2006)，

<http://www.ibps.fr/wp-content/uploads/pdf/foguangshiji/fgsj032012.pdf>

曾慧文，養生素食觀，(2006)，

<http://app.tzuchi.com.tw/file/tcmed/200612-36/62-63.pdf>

紀舜傑，多層次因果分析論馬英九的外交思維，台灣國際研究季刊，(2010)，第 6 卷，第 2 期，頁 147-63

釋慧開，死亡的意義與悲傷療癒—從佛學思想談喪親悲傷輔導，(2006)，

<http://enlight.lib.ntu.edu.tw/FULLTEXT/JR-MAG/mag219745.pdf>

釋見晉，《沙門果經》業的六問，(2005)，

[http://www.gaya.org.tw/magazine/v1/issue.asp?article=88.95.12.20\\$05.htm](http://www.gaya.org.tw/magazine/v1/issue.asp?article=88.95.12.20$05.htm)

趙強，解讀素食的世界，美食天下，第 45 期，(1995)，P87，

<http://www.mmh.org.tw/nutrition/chao/vagan.htm>

Applying FMEA to Improve the Logistics Process in the Distribution Center

Li-Shih Tsai*^a Chu-Ching Wang**

Abstract

Distribution center plays a vital role in logistics industry. Moreover, how to increase efficiency, decrease and prevent default has become a crucial issue. This research aims to apply FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) to evaluate, find the potential risk causes which is evaluated by risk priority number (RPN) in the process of logistics operation in the distribution center.

Keywords: logistics, failure mode and effects analysis, distribution center.

* Doctoral Student, Department of Management Sciences, Tamkang University

**Professor, Department of Business Administration, Tamkang University

^a Corresponding author

運用失效模式與效應分析改善配銷 中心的物流程序

蔡立旭^{*a} 王居卿^{**}

摘要

配銷中心在物流產業中扮演著重要的角色。因此，如何提高效率、減少和防止失誤發生已經成為決定性的議題。本研究的目標是應用失效模式與效應分析之風險優先數值評估去發現在配銷中心物流作業過程中的潛在危險因素，並提出改善建議。

關鍵字：物流、失效模式與效應分析、配銷中心

*淡江大學管理科學學系博士班研究生

**淡江大學企業管理學系教授

a 通訊作者

1. Introduction

With the rapid and sustained economic growth in Taiwan, the amount of cargo delivery and interaction has also increased, there is an enormous demand for logistics services, logistics industry has become much more important than ever before, a distribution center is a critical element of the entire logistics fulfillment process. Through analytical tool of “Failure Mode and Effects Analysis”, in addition to constructing improvement suggestions so as to avoid the previous failures and defect processes.

2. Distribution center

2.1 Definition:

Distribution center can be called the core part of supply chain. A distribution center in supply chain system is responsible for obtaining goods from different suppliers and packing them to meet every kind of different customer's demand. Distribution center is also a certain building which is stocked with goods to be redistributed to wholesalers, retailers, or consumers, there are a lot of activities including order-picking, labeling, packaging, stocking, delivering, dispatching, returning, etc.

2.2 Main logistics process in the distribution center:

Generally speaking, the main logistics process in the distribution center includes several phases as following:

Replenishing the stock of merchandise → incoming inspection → entering warehouse → Inventory control → procurement → accepting order → Order handling → picking → loading and delivery → customer

3. FMEA

Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) is an analytical tool, which needs identifying failures of a specific system, its frequency and potential causes.

3.1. Definitions of FMEA

Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) is a methodology designed to identify potential failure modes for a certain process before the trouble occur.

FMEA is also conducted in the process development stages, conducting a FMEA on existing processes can bring benefits as well. By failure mode analysis, the effect of each failure is pointed out. It may also rank each failure according to the criticality of a failure effect and its probability of occurring.

3.2. FMEA Components: For calculating the risk in FMEA method, risk has three components which are multiplied to obtain a risk priority number (RPN):

3.2.1. Severity (S): Severity is described on a 10-point scale.

3.2.2. Occurrence (O): Occurrence is described on a 10-point scale.

3.2.3. Detection (D): Detection is described on a 10-point scale.

3.3. FMEA Process Steps

The first step of the FMEA procedure is to discover the potential risks currently occurred in the distribution center through asking the opinions of staffs and operators, and then propose a list of potential risks.

In the second step of the FMEA procedure, each risk is evaluated through asking the opinions of staffs and operators as well, by way of 1~10 rating level and the number of occurrence, detection and severity was obtained.

In the third step of the FMEA procedure was to figure the risk priority number for each risk. There is a Mathematical formula as below:

Severity score \times Occurrence score \times Detection score = Risk priority number(RPN)

In the fourth step of the FMEA procedure, the risks are presented in sequence based on the digital number of RPN.

In the fifth step of the FMEA procedure is to develop corrective action to reduce risks.

The five steps mentioned above to execute a FMEA process is interpreted in Figure 1.

Discover potential risks.



Evaluate the occurrence, detection and severity for each risk.



Figure the risk priority number for each risk.



The risks were presented in sequence based on the digital number of RPN.



Develop corrective action to reduce risks.

Fig. 1 FMEA Process Steps

Risks are assessed depending on occurrence, detection and severity, and can be sorted in sequence in view of risk priority number (RPN). RPN is a digital number that indicates the risk level priority related to each failure mode, the RPN number is composed of three elements: occurrence, detection and severity, the value of RPN is obtained by calculating the process of three indexes: occurrence, detection and severity:

$$RPN = \text{Severity score} \times \text{Occurrence score} \times \text{Detection score}$$

The severity score expresses the degree of influence, using the 1~10 level, the criteria of each level is showed as Table1 (Stamatis 1995). The occurrence score for a risk is the frequency at which activity occurs, using the 1~10 level, the criteria of each level is showed as Table2 (Stamatis 1995).The detection score expresses the degree of detectability, using the 1~10 level, the criteria of each level is showed as Table3 (Stamatis 1995).

In the RPN calculation, the figured values on the three index qualitative scales are transferred as being numbers. Information primarily collected on the qualitative scales' is therefore explained on a quantitative scale from the first one.

| Effect | Level | Criteria |
|-------------|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| No | 1 | No effect. |
| Very slight | 2 | Customer not annoyed. Very slight effect on product or system performance. |
| Slight | 3 | Customer slightly annoyed. Slight effect on product or system performance. |
| Minor | 4 | Customer experiences minor nuisance. Minor effect on product or system performance. |
| Moderate | 5 | Customer experiences some dissatisfaction. Moderate effect on product or system performance. |
| Significant | 6 | Customer experiences discomfort. Product performance degraded, but operable and safe. Partial failure, but operable. |
| Major | 7 | Customer dissatisfied. Product performance severely affected but functional and safe. System impaired. |
| Extreme | 8 | Customer very dissatisfied. Product inoperable but safe. System inoperable. |

| | | |
|-----------|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Serious | 9 | Potential hazardous effect. Able to stop product without mishap- time dependent failure. Compliance with government regulation is in jeopardy. |
| Hazardous | 10 | Hazardous effect. Safety related- sudden failure. Non- compliance with government regulation. |

Table 1. Qualitative scale for the severity index (S) (Stamatis 1995).

| Effect | Level | Criteria |
|-----------------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Almost never | 1 | Failure unlikely. History shows no failure. |
| Remote | 2 | Rare number of failures likely. |
| Very slight | 3 | Very few failures likely. |
| Slight | 4 | Few failures likely. |
| Low | 5 | Occasional number of failures likely. |
| Medium | 6 | Medium number of failures likely. |
| Moderately high | 7 | Moderately high number of failures likely. |
| High | 8 | High number of failures likely. |
| Very high | 9 | Very high number of failures likely. |
| Almost certain | 10 | Failure almost certain. History of failures exists from previous or similar designs. |

Table 2. Qualitative scale for the occurrence index (O) (Stamatis 1995).

| Effect | Level | Criteria |
|-----------------|-------|------------------------------------------------------------------------|
| Almost certain | 1 | Proven detection methods available in concept stage. |
| Very high | 2 | Proven computer analysis available in early design stage. |
| High | 3 | Simulation and/or modeling in early stage. |
| Moderately high | 4 | Tests on early prototype system elements. |
| Medium | 5 | Tests on preproduction system components. |
| Low | 6 | Tests on similar system components. |
| Slight | 7 | Tests on product with prototypes with system components installed. |
| Very slight | 8 | Proving durability tests on products with system components installed. |
| Remote | 9 | Only unproven or unreliable technique(s) available. |
| Almost | 10 | No known techniques available. Impossible. |

Table 3. Qualitative scale for the detectability index (D) (Stamatis 1995).

4. Research field

President Transnet Corp, a home delivery service provider mainly held by President Chain Store Corp in Taiwan. It is one of the large scale among supply chain organization, and is also a great contribution to forwarders, suppliers, wholesalers, distributors that accelerate the logistics operation. The main task is to provide several service regarding dispatch of goods. This role is defined as forwarding station as well as transshipment. The objective of logistics process in this place is customer-oriented so that client requirements have been met.

We found the troubles occur currently as below after interviewing with staff members (including eight section chiefs who are belong to middle management level of the organization) in the distribution center.

- 4.1 Deferred delivery
- 4.2 Goods shortage in the process of sorting
- 4.3 Confused goods in the warehouse
- 4.4 Stock quantity is not enough
- 4.5 Mistaken purchase
- 4.6 Misunderstand the message of order
- 4.7 Data entry error
- 4.8 Picking error
- 4.9 Mistaken dispatch
- 4.10 Damaged goods and return

According to the FMEA process steps, the risk assessment procedure had been completed after internal discussion held by staff members within the distribution center. The risk assessment was made as showed in Table 4.

| Risk | Occurrence | Detection | Severity | Risk Priority number |
|------------------------------------------|------------|-----------|----------|----------------------|
| Deferred delivery | 4 | 5 | 3 | 60 |
| Goods shortage in the process of sorting | 2 | 3 | 1 | 6 |
| Confused goods in the warehouse | 3 | 3 | 2 | 18 |
| Stock quantity is not enough | 3 | 4 | 4 | 48 |
| Mistaken purchase | 3 | 2 | 3 | 18 |
| Misunderstand the message of order | 4 | 3 | 4 | 48 |

| | | | | |
|--------------------------|---|---|---|----|
| Data entry error | 2 | 2 | 6 | 24 |
| Picking error | 3 | 4 | 5 | 60 |
| Mistaken dispatch | 2 | 2 | 7 | 28 |
| Damaged goods and return | 3 | 2 | 8 | 48 |

Table 4. Risk assessment

5. Improvement suggestions

After the risk assessment procedure through FMEA process step, there are the improvement suggestions in accordance with current troubles mentioned above as following:

- 5.1. To build up alert mechanisms for delivery in case of delay, to create a "follow up" for those forwarders and suppliers.
- 5.2. To construct a check before acceptance procedure of the income goods.
- 5.3. To execute the audit process.
- 5.4. To update safety stock of every kind and keep a certain stock level.
- 5.5. To consider increasing procurement staffing and training opportunities.
- 5.6. To enhance the communication skills.
- 5.7. To improve the accuracy extent of input.
- 5.8. To design the appropriate order picking system.
- 5.9. To double check the address and goods of receivers.
- 5.10. To reform the outer and inner package of goods

6. Supplementary descriptions

Here are a few supplementary descriptions regarding the improvement suggestions mentioned above as following:

1. Forwarders and suppliers have to track the immediate condition In order to deliver the goods to customers punctually, so they have to create "follow up" mechanisms to learn the latest situation, and they must know what action they should take, so they also have to set up alert mechanisms to find the what problem happened quickly.
2. To find the fact just in time whether the quantity of income goods is enough or not, so they have to construct a check before acceptance procedure of the income goods.

- 3.The goods should go through the audit process before putting on shelf to avoid confusion between different items.
- 4.Safety stock level should be adjusted more often than ever before to keep pace with changing market conditions, and its stock quantity should be in the right level to prevent from shortage.
- 5.It is necessary to employ more procurement staffs to prevent error caused by manpower shortage, and the procurement staffs should undergo more trainings to enhance professional knowledge and operation skills.
- 6.Communication skill is very important while delivering messages of orders, so it is necessary to enhance communication skills.
- 7.The right goods cannot be send to the right customers due to wrong information caused by mistaken input operation, so it is necessary to increase the accuracy of input data.
- 8.The right goods cannot be pick up due to piking error, so it is necessary to adopt the appropriate order picking system.
- 9.It is inevitable to make mistakes while misreading the address and goods of receivers, so it is necessary to double check the personal information before dispatch.
- 10.The goods will be rejected by customers due to damage found upon it, so it is necessary to reform the outer and inner package of goods to protect the goods inside.

7. Conclusions

Logistics flow is directly influenced by a lot of artificial and non-artificial factors. Logistics flow in the distribution center includes delivering, sorting, stocking, purchasing, order processing, data entry, picking, dispatching, return. The goal of this research is to demonstrate how to deliver the goods with right quantity in right condition at right time to right place. Through FMEA method, it analyzes the root causes of each phase which result in failure risk. In view of data assessment, we realize the cause of which is associated with stock shortage, time lag and human error, resulting in failure. For more efficient process and better operation of logistics flow, it is very important to improve the planning of goods supply and set up a sever audit

system. Hopefully, using these methods could solve problems as indicated above, and therefore enhance the efficiency ever afterwards.

8. References

1. Bowles, J .B., The new SAE FMECA standard, Proceedings of the Annual Reliability and Maintainability Symposium, Anaheim, CA, pp. 48- 53, 1988.
2. Stamatis, D.H., Failure Mode Effect Analysis—FMEA From Theory to Execution, ASQ Quality Press, pp. 36- 47, 1995.
3. Fiorenzo Franceschini and Maurizio Galetto, “A new approach for evaluation of risk priorities of failure modes in FMEA”, International Journal of Production Research, Vol.39,No.13,pp.2991-3002,2010.
4. Huang, G.Q., Shi, J. and Mak, K.L., “Failure Mode Effect Analysis Over the WWW, International Journal of Advanced Manufacturing Technology”, Vol. 16, PP.603-608, 2000.
5. Marek Solc, “Applying of Method FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) in the Logistics Process”, Advanced Research in Scientific Areas, Vol3,No7, pp.1906-1911, 2012.

The Relationships of EFL Self-Efficacy and Metacognitive Self-Regulation to Online Flow among EFL Childhood Care Students

Po-Hsuan Chen*

Abstract

This study was an endeavor to investigate the relationships of EFL self-efficacy and metacognitive self-regulation to online flow experience among EFL childhood care students. A total of 169 (10 males, 159 females) college EFL childhood care students taking online English satisfactorily completed all the survey items. The results were as follows: (1) students with high EFL self-efficacy reported higher flow experience than the students with low EFL self-efficacy; (2) students with high metacognitive self-regulation reported higher flow experience than the students with low metacognitive self-regulation; (3) metacognitive self-regulation was the best predictor of EFL childhood care students' online flow experience, followed by EFL self-efficacy; and (4) metacognitive self-regulation served as a partial mediator of the link between EFL self-efficacy and flow experience. Hence, EFL web teachers should enhance EFL childhood care students' EFL self-efficacy and metacognitive self-regulation in order to bring about higher levels of their online flow experience.

Keywords: EFL self-efficacy, metacognitive self-regulation, online flow

*Assistant professor, Center for General Education & Department of Child Educare,
St. Mary's Junior College of Medicine, Nursing and Management

外語自我效能及後設認知自我調整 策略與幼保系學生外語線上學習 神馳經驗的關係

陳柏軒*

摘要

本研究探討外語自我效能及後設認知自我調整策略與幼保系學生外語線上學習神馳經驗的關係。有 169 位（男 10 位，女 159 位）選修線上英語的大學幼保系學生有效地填完所有量表。研究結果指出：1. 具高外語自我效能的幼保系學生比具低外語自我效能的幼保系學生獲得較多的神馳經驗；2. 具高後設認知自我調整策略的幼保系學生比具低後設認知自我調整策略的幼保系學生獲得較多的神馳經驗；3. 後設認知自我調整策略最能預測幼保系學生的外語線上學習神馳經驗，其次是外語自我效能；4. 後設認知自我調整策略可部分中介外語自我效能與神馳經驗之間的關係。因此，線上外語教師應增進幼保系學生的外語自我效能及後設認知自我調整策略，以增加其在外語線上學習時的神馳經驗。

關鍵字：外語自我效能，後設認知自我調整策略，線上神馳經驗

*聖母醫護管理專科學校通識教育中心暨幼兒保育科 助理教授

1. Introduction

Online English has been integrated into many university education programs in Taiwan, providing easier and more convenient access for many students who are unable to attend traditional classes. Although many frustrated language teachers and students alike share the same myth that online English learning is a good answer to their language teaching and learning problems, online English learners had higher failure and withdrawal rates (47%) than those for face-to-face English learners (23%) (Jaggars, Edgecombe, & Stacey, 2013). These high student failure and withdrawal rates in online English courses beg the question of what motivates online English learners to persist with their learning. One of the answers to this question might be related to online learners' learning experiences. Within the context of online learning, it appears that the enjoyable experience seems not to be experienced by everyone. For example, Konradt, Filip, and Hoffmann (2003) found that 27.7% of the users experienced flow, 26.6% anxiety, 15.4% boredom, and 29.9% apathy while learning in hypermedia context. Csikszentmihalyi (1990) used the concept of "flow" to describe learners' optimal experience. Flow is a state of experience which is characterized by an experience of intense concentration and enjoyment (Csikszentmihalyi, 1990). The flow model contends that if the conditions of flow are present, the task is likely to be enjoyable. So, the primary motivation is intrinsic: a person does a task because it is enjoyable, and having tasted this enjoyment, he/she seeks it out again (O'Broin & Clarke, 2006). Related research has also indicated that unless learning is enjoyable it will be avoided as soon as it is no longer necessary (Csikszentmihalyi, Rathunde, & Whalen, 1997), and that learners without flow experience may produce low levels of engagement in learning and finally failed to complete the online learning (e.g., Skadberg & Kimmel, 2004). One might inquire, "What factors contribute to learners' flow experience?" A study that examined this question (Jackson, Kimiecik, Ford, & Marsh, 1998) found associations between flow and three psychological variables: intrinsic motivation (positive), perceived ability (positive), and cognitive anxiety (negative). The present study examined relationships between two sets of psychological factors potentially predicted to be positively related to flow: EFL self-efficacy and metacognitive self-regulation. There is evidence that

self-efficacy was a significant predictor of learning flow in online learning environments (Puzziferro, 2008) and that successful EFL learners were active in employing self-regulated learning strategies, and that players' self-regulation exerted a significant and positive effect on flow state of digital game (Chen & Sun, 2016). Although previous studies have shown the individual effects of self-efficacy and metacognitive self-regulation on online learning flow (e.g., Chen & Sun, 2016; Puzziferro, 2008), no studies in the literature have addressed the joint effects of these two variables on EFL online learning flow so far in Taiwan. Thus, EFL self-efficacy and metacognitive self-regulation were measured and their joint effects on EFL online flow were examined.

2. Literature Review

(1) Flow Experience

By definition, "flow is a psychological state in which an individual feels cognitively efficient, motivated, and happy" (Moneta & Csikszentmihalyi, 1996, p. 277). When in the flow state, people become absorbed in their activities, while irrelevant thoughts and perceptions are screened out (Csikszentmihalyi & Rathunde, 1992). Flow experience also refers to an optimal and pleasurable experience, linked to intrinsically rewarding and high enjoyable feelings (Csikszentmihalyi & Csikszentmihalyi, 1988; Jackson & Csikszentmihalyi, 1999, as cited in Stavrou, Psychountaki, Georgiadis, Karteroliotis, & Zervas, 2015). Hence, when an activity produces such enjoyable experiences, even without any extrinsic motivation or material reward, individuals are willing to duplicate their experience whenever possible (Chen, Wigand, & Nilan, 1998). Csikszentmihalyi and LeFevre (1989) found that participants spend three times more time in flow at their work place than during leisure time. Participants described themselves on a given rating scale as happier, more joyous, more active, more concentrated, more creative and more content while being in flow.

Balancing our skills with challenges of tasks is the most important condition necessary for flow to occur. The flow experience is a function of the perceived challenges and the perceived skills (Liao, 2006). The ration between skill and challenge distinguishes states of anxiety, apathy, boredom, and flow. People

experience anxiety when their perceived challenges are greater than their skills; they feel bored when their perceived skills are greater than the challenges they face; and they are apathetic when both perceived skills and challenges are low. In contrast, people experience flow when their perceived skills and challenges are both high.

Flow can be classified into three stages: the antecedent stage, the experience stage, and the effect stage (Csikszentmihalyi, 1997). The antecedent stage includes clear goals, immediate feedback, and personal skills well suited to given challenges. The experience stage includes merging of action and awareness, concentration on the task at hand, a sense of potential control and a loss of self-consciousness. The effect stage includes an altered sense of time and experience which becomes autotelic. According to Chen et al. (1999), in the EFL online learning environment, the antecedent stage of flow suggests the pre-conditions for an EFL online learning activity (clear goals and immediate feedback) and the pre-existing capacity of an EFL online learner (skills required to match perceived challenges). On one hand, in order for an EFL online activity to facilitate the occurrence of flow, the activity itself must provide clear rules for the person to follow and offer a goal for the person to pursue. Moreover, this EFL online learning activity must provide enough information in real time or near real time for the learner to recognize his/her current status, such as how much he/she has achieved, how well he/she has progressed, or how the activity is proceeding. On the other hand, an EFL online learner pre-existing capacity (skills) required to engage in an EFL online activity is related to the complexity and dynamics of the activity itself. Chen et al. further added that in order for a learner to reach his/her optimal experience in EFL online environment, the perceived skill level should be in equilibrium with the challenge level provoked by the activity. If EFL online learners can experience flow while searching for learning materials and interacting with their peers and instructors, they are more willing to stay in the online learning environment. In other words, students will be motivated to engage in online learning by the joyful experience of doing the task, not by a reward which will be received upon completion of a task (Csikszentmihalyi, 1990).

Studies using flow theory to examine online learning are limited. Using the flow-concept, Chen et al. (1998) explored the feelings of users while they are navigating in the World Wide Web (WWW). The results suggest that flow describes

the optimal experience during navigating and that the flow-construct is a useful and practicable tool in the investigation of user's subjective experience. Twenty-five percent of all questionnaires show that subjects actually experienced flow, indicating that the underlying structure of WWW navigation fosters optimal experiences. Another similar study reported that students' perceptions of their level of skill and challenge specific to each course were critical to determining the levels of online learners' flow (Shin, 2006), supporting Chen et al.'s (1999) proposition that in order for a learner to reach his/her optimal experience in online environments, the perceived skill level should be in equilibrium with the challenge level provoked by the activity. In addition to the skill-challenge pairing of flow, other relevant studies have found that online flow was positively correlated with learning outcomes, attitudes toward online learning, and an intent to use computer technology for learning purposes (Choi, Kim, & Kim, 2007; Liu, Liao, & Pratt, 2009). Turning to EFL online contexts, although flow does exist in traditional FL classrooms and Flow Theory offers an interesting and useful framework for conceptualizing and evaluating language learning activities (Egbert, 2003; Schmidt, Boraie, & Kassabgy, 1996; Schmidt & Savage, 1992), the researchers do not explore flow experience within EFL online contexts where learning is student-centered. Clearly, much more research is needed to examine this issue.

(2) Self-Efficacy and Flow

Self-efficacy consists of learners' judgments about their ability to successfully perform a task and learners' confidence in their cognitive skills to learn (Bandura, 1986; Pintrich, 1999). Self-efficacy represents a positive belief but not necessarily the ability to achieve expected results (Mesurado, Cristina Richaud, & José Mateo, 2016), and "what people think, believe, and feel affects how they behave" (Bandura, 1986, p. 25). Self-efficacy was derived from Bandura's social cognitive theory (1986), which states that individuals develop perceptions of their own capabilities in performing a task. These perceptions influence the pursuit of goals, degree of motivation and task persistence along with selection and use of strategies. Thus, "self-efficacy could influence the way that we perceive challenges according to our skills, and this in turn could lead us to experience the psychological state of flow" (Rodriguez- Sanchez, Marisa Salanova, Eva Cifre, & Schaufeli, 2011, p. 429). Moreover, according to

Bandura (1997), our self-efficacy beliefs affect our thought patterns and emotional reactions. In other words, we tend to think the tasks are tougher than they really are if we have low levels of self-efficacy beliefs. This kind of thought pattern might bring great stress to us. However, if we have high self-efficacy beliefs, we might evaluate the tasks objectively and think that we can do them. This kind of thought pattern is expected to bring confidence and pleasing feeling to us. Hence, self-efficacy might be the source of positive psychological states.

The important role that self-efficacy beliefs play in the occurrence of optimal experiences has been tested by Bassi, Steca, Delle Fave, and Caprara (2007) in academic settings. They found that students with high self-efficacy beliefs spent more time in learning activities and they experienced more flow than those with low self-efficacy beliefs. In the same vein, Mesurado et al. (2016) investigated the levels of self-efficacy, eustress, study-flow, and academic engagement experienced by university students from Philippines and Argentina. They found that self-efficacy had a positive effect on flow and engagement. Self-efficacy promotes both flow experience and study engagement in Filipino and Argentinean students, suggesting that when students believe they are academically capable, it leads to the experience of flow and be increased engagement in their academic activities. In an online learning environment, Puzziferro (2008) investigated 815 undergraduate-level students' self-efficacy and self-regulated learning skills, and reported that self-efficacy was a significant predictor of learning flow and achievement as well.

EFL self-efficacy can be defined as judgments EFL learners make regarding their own capabilities to organize and execute the tasks required to successfully perform in English they are learning (Adapted from Aliegros, 2006). EFL self-efficacy in the present study included speaking self-efficacy, reading self-efficacy, and listening self-efficacy. Although Yang, Tsao, Lay, Chen, and Liou's (2008) study reported that Taiwanese college students' language self-efficacy had an effect on their intentions to use non-native language commercial websites, there is a lack of studies directly addressing the link between EFL self-efficacy and EFL online flow. The present study was to determine if EFL self-efficacy can be considered as an antecedent of flow experience in the EFL online learning context.

(3) Metacognitive Self-Regulation and Flow

Today, the most commonly used definition of metacognition is “thinking about thinking” (Livingston, 2003) or “cognition” about one’s own “cognition” (Susimetsa, 2006). There are two general aspects of metacognition, knowledge about cognition and self-regulation of cognition (Brown, Bransford, Ferrara, & Campione, 1983; Flavell, 1979). Knowledge about cognition involves what a student knows about his own cognition or about cognition in general and that student’s awareness of this knowledge (Pintrich, 2002). Self-regulation would then refer to students’ monitoring, controlling, and regulating their own cognitive activities and actual behavior (Pintrich, Wolters, & Baxter, 1999). In this study, following the definition proposed by Pintrich (1999), metacognitive self-regulation refers to learners’ planning, monitoring, and regulating their own cognitive actions and actual behaviors. The planning phase includes the learners’ ability to set a clear goal for their own learning. Monitoring includes their ability to track their own attention, to self-check for understanding and comprehension and to keep track of the available time for studying. Finally, regulation is the learners’ own activity to correct their failure by, for example, rereading the passage of text that was unclear or asking for clarification.

The dimensions of flow as proposed by Csikszentmihalyi (1997) bear a marked similarity to factors of metacognitive self-regulation (Pintrich, 1999). Flow is characterized by clear goals. Similarly, setting a clear goal for one’s own learning through planning is one of the metacognitive regulatory processes. Concentration is seen in both flow and metacognitive self-regulation. People experiencing flow also show concentration on the task at hand (Csikszentmihalyi, 1997). Likewise, learners can track their own attention through monitoring, which is another process of metacognitive self-regulation (Pintrich, 1999). One of the more crucial aspects of flow is the challenge-skill balance, without a challenge-skill balance, flow cannot occur (Jackson & Eklund, 2002). Also, regulation, one of the three processes of metacognitive self-regulation, involves an assessment of the current progress of the activity (Brown, 1987). This systematic method of evaluation can assist learners with developing the necessary skill sets and strategies from which they can draw in novel situations where it may become applicable (Brown, 1987). Regulation also involves modifying previous plans regarding goals, strategies, and other learning approaches if

necessary (Brown, 1987). This implies that the challenge and skill balance also occurs in metacognitive self-regulation. Thus, metacognitive self-regulation can be seen as an “executive” process which will help learners gain clear goals, concentration, and challenge-skill balance; all of these might lead people to experience the state of flow.

There are limited studies linking metacognitive self-regulation with flow. One of such studies was conducted by Artino and Jones (2012), who demonstrated that the positive emotion of enjoyment in learning was positively associated with elaboration and metacognition, while the negative emotion of boredom was negatively associated with elaboration and metacognition. Another related study was done by Jackson, Thomas, Marsh, and Smethurst (2001). They studied athletes of different competitive sports and found self-regulation skills (e.g., emotional control, relaxation, self-talk) were associated with flow experience because their effective use of self-regulation strategies means a greater control over their thoughts and emotions. Hence, concentration on the sport activity itself should be facilitated. The most recent study was done by Chen and Sun (2016), who investigated the influence of digital game players’ self-regulation (SR) on game flow state of Taiwanese junior high school students. They found that SR exerted a significant and positive effect on flow state. When first learning a game, players spend their time getting accustomed to game features, assessing game situations, and establishing playing criteria, and make ongoing adjustments in terms of SR, thus increasing their potential to enter flow states. After playing a new game for a period of time, self-reaction gradually starts to influence player feelings. The players who had strong self-reaction capabilities were better at assessing their feelings, thus enhancing their sense of fun and satisfaction (Zimmerman, 2002). Among SR, goal regulation is an important factor determining flow state and an ongoing sense of fun. In other words, selecting a certain level, a balance of skill and challenge, would eventually produce a flow state (Massimini & Carli, 1988). Although Chang’s (2007) study reported that the self-monitoring strategy had a significant main effect on college EFL online students’ academic performance and their motivational beliefs, little is known about the association between metacognitive self-regulation and EFL online flow. The present study was intended to examine the possible link between these two variables.

Given that the relationships of EFL self-efficacy and metacognitive

self-regulation to flow experience have not been systematically investigated in the EFL online learning context in Taiwan, the present study was intended to answer the following research questions:

1. Is there any difference in online flow between high and low EFL self-efficacy childhood care students?
2. Is there any difference in online flow between high and low metacognitive self-regulation EFL childhood care students?
3. What are the relative contributions of EFL self-efficacy and metacognitive self-regulation in the prediction of childhood care students' online flow?
4. Does metacognitive self-regulation have a mediating effect on the relationship between EFL self-efficacy and online flow?

3. Method

(1) Description of the Online Learning Environment and the Online English

In the present study, one online instructor and several assistant teachers are responsible for the online English course. The online instructor is responsible for providing online lecture, various learning activities, and visual aids to EFL online learners. The assistant teachers deal with the interaction with students online, and hold the face-to-face sessions, where the assistant teachers can help the students review all the materials they have learned, solve the problems they have encountered, conduct midterm and final examinations, and give students the grades. To gain the online English credit, students are required to log in to the course regularly, submit their homework on time, join the discussion forum, interact with the teacher twice a semester, attend the face-to-face classroom activities three times, and take the midterm and final examinations. Several tools are offered for the learners and the assistant teachers to use: (a) web pages for the presentation of the course description and learning materials; (b) a shared file space, for the learners and the teachers to share and download files; (c) a discussion forum for teachers to post questions and learners to post responses; (d) an e-mail list for the cases in which it was necessary to send announcements to the learners' own e-mail addresses; (e) a bulletin board on which the teachers could post important announcements; and (f) a homework area,

where the learners could submit their homework to the teachers and read their teachers' feedback to their assignments.

The online English is mainly based on asynchronous communication method over the internet. It is designed for low-intermediate college EFL students with an aim to develop their school survival vocabulary as well as the four language skills through interesting topics and a variety of activities offered by the course. Topics covered are related to students' daily lives, including music, jobs, the weather, personality, vacation, physical appearance, health, buying gifts, and invitations. All online English materials are presented in lecture or text format which demand students' English listening, reading, and speaking abilities.

(2) Participants

A total of 169 EFL childhood care students (10 males, 159 females) participated in the present study. All of the participants were the evening or weekend undergraduate program students enrolled in an online English course at one of the universities in southern Taiwan. They were all from Department of Early Childhood Care & Education. Fifty-eight (34.3%) participants were 18-20 years old, eighty-two (48.5%) were 21-30 years old, and twenty-nine (17.2%) were 31-40 years old.

Instruments

Three instruments were used in this study: EFL Self-Efficacy Scale (EFL-SES, adapted from Clark, 1981; Kiyomi, 2009, see Appendix A), Metacognitive Self-Regulation Scale (MSRS, adapted from Pintrich, Smith, Garcia, & McKeachie, 1991, see Appendix B), and Flow Experience Scale (FES, adapted from Schwartz & Waterman, 2006, see Appendix C).

The modified EFL-SES with 18 items used a 5-point Likert-type scale ranging from "no chance" (1 point) to "completely certain" (5 points). Items were modified to assess students' speaking, reading, and listening self-efficacy in the EFL online learning context. The total score for each subscale ranged from 6 to 30, with high scores indicating high levels of speaking, reading, and listening self-efficacy. The Cronbach's alpha coefficients have been found to be .92 for can-do speaking scale (Kitano, 2001), and .92 for can-do reading and listening scale (Kiyomi, 2009). The new developed EFL-SES has been validated in Chen's (2013) study, and the Cronbach's alpha coefficient for the present study was .94.

The modified MSRS had 12 items and used a 5-point Likert-type scale ranging from “*strongly disagree*” (1 point) to “*strongly agree*” (5 points). Items were modified to survey students’ planning, monitoring, and regulating strategies in the EFL online context. The total scale scores ranged from 12 to 60, with high scores indicating high levels of metacognitive self-regulation strategy use. The MSRS has shown internal reliability achieving an alpha coefficient of .79 (Pintrich et al., 1991). The modified MSRS has been validated in Chen’s (2015) study, and the Cronbach’s alpha coefficient for the present study was .92.

The modified FES was an 8-item scale with items that corresponded to elements of flow as identified by Csikszentmihalyi (1990). FES used a 5-point Likert-type scale ranging from “*strongly disagree*” (1 point) to “*strongly agree*” (5 points). To suit the context of EFL online learning, the items were phrased as completions of a common stem: “When I engage in online English learning activities, _____.” The item completions were as follows: (a) I feel I have clear goals, (b) I feel self-conscious (reverse-scored), (c) I feel in control, (d) I lose track of time, (e) I feel I know how well I am doing, (f) I have a high level of concentration, (g) I forget personal problems, and (h) I feel fully involved. The scale yielded scores from 8 to 40, with higher scores indicative of higher flow experience. The FES has shown internal reliability, with an alpha coefficient of .70 (Schwartz & Waterman, 2006). The modified FES has been validated in Chen’s (2016) study, and the Cronbach’s alpha coefficient for the present study was .88.

(3) Procedures

A survey containing brief demographic information and 38 items measuring EFL self-efficacy, metacognitive self-regulation, and flow experience was administered in four different classes by the present researcher during the ninth week of the fall semester of 2015. It took about 25 minutes to complete the survey. Students’ participation was voluntary and students were informed that their responses would not influence their final grades and confidentiality would be maintained.

(4) Data Analysis

The data were computed by using the SPSS (Statistical Package for the Social Science) 18.0 software for *Windows*. The t-test and hierarchical multiple regression analysis were used to answer the research questions.

4. Results and Discussion

(1) Results and Discussion of Research Question 1

Research Questions 1 explored if there is any difference in online flow between high and low EFL self-efficacy childhood care students. To answer this question, top 27% scorers (EFL-SE > 67, $n = 48$) and bottom 27% scorers (EFL-SE < 50, $n = 45$) of the total participants were selected. An independent samples t-test revealed that high EFL-SE EFL childhood care students ($M = 31.87$, $SD = 5.21$) reported more flow experience than low EFL-SE EFL childhood care students ($M = 27.22$, $SD = 5.42$), $t(91) = 4.32$, $p < .001$ (see Table 1). To further interpret the size of the effect, the value of probability of superiority (PS, Grissom, 1994) was employed. PS is the percentage of occasions when a randomly sampled member of the distribution with the higher mean will have a higher score than a randomly sampled member of the other distribution. The d for the difference in flow experience between high and low EFL-SE EFL childhood care students was 0.87 for which the PS is 73% (Grissom,1994). That is, if pairs of EFL childhood care students, one with high EFL-SE and one with low EFL-SE, were selected at random, the student with high EFL-SE would report higher flow experience than the student with low EFL-SE, for 73% of comparisons (Grissom,1994).

Table 1

Flow Differences Between High ($n = 48$) and Low ($n = 45$) EFL Self-Efficacy Students

| Variable | High | | Low | | t | p | d |
|----------|-------|------|-------|------|------|------|------|
| | Mean | SD | Mean | SD | | | |
| Flow | 31.87 | 5.21 | 27.22 | 5.42 | 4.32 | .000 | 0.87 |

This finding lends support to the earlier studies reporting that students with high self-efficacy beliefs spent more time in learning activities and they experienced more flow than those with low-self-efficacy beliefs (Bassi et al., 2007) ; and that self-efficacy was a significant predictor of learning flow and achievement as well in an online learning environment (Puzziferro, 2008). The present finding seems to supports the idea that not only the combination of high challenges and high skills is needed to experience flow, but also a belief in one's skills to overcome the challenge in the activity at hand in the future (Rodriguez-Sanchez et al., 2011). A plausible

explanation for the present finding might be that “self-efficacy could influence the way that we perceive challenges according to our skills and, in turn, could lead us to experience the psychological state of flow” (Rodriguez-Sanchez et al., 2011, p. 429) because flow is solely determined by the individual’s perceived state of how challenges and skills match each other (Csikszentmihalyi, 1975). Additionally, according to Bandura (1997), if we have high self-efficacy beliefs, we might evaluate the tasks objectively and think that we can do them. This kind of thought pattern is expected to bring confidence and pleasing feeling to us. Hence, self-efficacy might be the source of flow in the context of EFL online learning.

(2) Results and Discussion of Research Question 2

Research Question 2 explored if there is any difference in online flow between high and low metacognitive self-regulation EFL childhood care students. To answer this question, top 27% scorers ($MSR > 48$, $n = 52$) and bottom 27% scorers ($MSR < 36$, $n = 46$) of the total participants were selected. An independent samples t-test revealed that high-MSR EFL childhood care students ($M = 31.44$, $SD = 5.19$) reported more flow experience than low-MSR EFL childhood care students ($M = 25.89$, $SD = 5.17$), $t(96) = 5.44$, $p < .001$ (see Table 2). The d for the difference in flow experience between high-MSR and low-MSR EFL childhood care students is 1.07 for which the PS is 77% (Grissom, 1994). That is, if pairs of EFL childhood care students, one with high-MSR and one with low-MSR, were selected at random, the student with high-MSR would report higher flow experience than the student with low-MSR, for 77% of comparisons (Grissom, 1994).

Table 2

Flow Differences Between High ($n = 52$) and Low ($n = 46$) Metacognitive Self-Regulation EFL Online Students

| Variable | High | | Low | | t | p | d |
|----------|-------|------|-------|------|------|------|------|
| | Mean | SD | Mean | SD | | | |
| Flow | 31.44 | 5.19 | 25.89 | 5.17 | 5.44 | .000 | 1.07 |

This finding is consistent with the results of earlier studies showing that self-regulation skills were associated with athletes’ flow experience (Jackson et al., 2001); and that Taiwanese digital game players’ self-regulation exerted a significant and positive effect on their flow state (Chen & Sun, 2016). One possible explanation

for the present finding might be that metacognitive self-regulation shares some characteristics with flow experience. In order to experience a flow state, learners must have clear goals, concentration on the task at hand, and challenge-skill balance (Csikszentmihalyi, 1990). Similarly, metacognitive self-regulation emphasizes the learners' abilities to plan, monitor, and regulate their learning process (Pintrich, as cited in Susimetsa, 2006). By planning, learners can set a clear goal for their own learning; through monitoring, learners can track their own attention; and by means of regulation, learners can modify previous plans regarding goals, strategies, and other learning approaches if necessary (Brown, 1987). In other words, metacognitive self-regulation is an "executive" process which will help learners gain clear goals, concentration, and challenge-skill balance. All of these three factors are the requirements of flow. Thus, it is reasonable to infer that EFL childhood care students with higher levels of metacognitive self-regulation are more likely to have higher levels of online flow.

(3) Results and Discussion of Research Questions 3 & 4

Research Questions 3 & 4 were to examine the relative contributions of EFL self-efficacy and metacognitive self-regulation in the prediction of online flow and to investigate the mediating effect of metacognitive self-regulation on the relationship between EFL self-efficacy and flow experience, respectively. To answer these two questions, a hierarchical multiple regression was employed. To verify that the data in the present study had met the regression assumptions, P-P plot was first generated to assess the assumptions of normality. Since the plotted values fell closely along the diagonal line, the residuals are considered to represent a normal distribution (Garson, 2013). Second, the Durbin-Watson Statistic was used to assess serial correlation. The value of 1.86 (between 1.5 and 2.5) indicates that the data are not autocorrelated (Garson, 2013). Finally, VIF value was employed to detect the collinearity among independent variables. The VIF value was 1.12 (less than 4.0), suggesting that the possibility of collinearity problems between predictor variables is low (Garson, 2013).

According to Baron and Kenny (1986), mediation effects can be claimed if three conditions are met: (1) the independent variable significantly predicts the dependent variable; (2) the independent variable significantly predicts the mediator variable; and (3) when the dependent variable is regressed on both the mediator and

the independent variable, the mediator significantly predicts the dependent variable, while the effect of the independent variable on the dependent variable is reduced. If the effect of the independent variable on the dependent variable is not significant, the mediator completely mediates the independent-dependent relationship. If the effect of the independent variable on the dependent variable is still significant, then partial mediation is indicated. From Table 3, we can see that EFL self-efficacy predicted flow experience ($Beta = .39, p < .001$: Condition 1 met), and metacognitive self-regulation ($Beta = .33, p < .001$: Condition 2 met). Flow experience was then regressed on EFL self-efficacy ($Beta = .24, p < .001$) and metacognitive self-regulation ($Beta = .42, p < .001$), and the $Beta$ value of EFL self-efficacy was reduced from .39 to .24 (Condition 3 met). Therefore, metacognitive self-regulation was the best predictor of flow experience, followed by EFL self-efficacy (Field, 2012); metacognitive self-regulation partially mediated the relationship between EFL self-efficacy and flow experience. These findings indicated that the multiple regression model with all two predictors produced $R^2 = .31, F(2, 166) = 39.09, p < .001$, indicating that approximately 31% of the variance in EFL childhood care students' flow experience can be accounted for by the linear combination of metacognitive self-regulation and EFL self-efficacy. Regarding mediation, these findings also suggest that EFL self-efficacy is related to flow experience but only through metacognitive self-regulation. The present study appears to be one of the first studies devoted to exploring the indirect links between EFL self-efficacy and flow experience by using metacognitive self-regulation as a mediator.

Table 3

Multiple Regression Analysis Summary for Metacognitive Self-Regulation Mediating the EFL Self-Efficacy –Flow Experience Relationship

| Step | 1 | 2 | 3 | |
|----------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------------------|
| Dependent variable | Flow experience | Metacognitive self-regulation | Flow experience | |
| Independent variable | EFL self-efficacy | EFL self-efficacy | EFL self-efficacy | Metacognitive self-regulation |
| $Beta$ | .39 | .33 | .24 | .42 |
| t | 5.59*** | 4.67*** | 3.73*** | 6.32*** |
| R^2 | .15 | .11 | .31 | |

| | | | |
|----------|----------|----------|----------|
| <i>F</i> | 31.33*** | 21.88*** | 39.09*** |
|----------|----------|----------|----------|

Note. *** $p < .001$

5. Conclusions

The relationships of EFL self-efficacy and metacognitive self-regulation to EFL childhood care students' online flow were analyzed in the present study. Results showed that students having higher levels of EFL self-efficacy and metacognitive self-regulation were more likely to experience flow while attending EFL online classes than the others did. Of the two predictors, metacognitive self-regulation directly predicted flow experience, while EFL self-efficacy directly and indirectly influenced flow experience through the mediation of metacognitive self-regulation. Thus, to ensure the flow to occur, EFL web teachers should tailor the way they deliver the online English materials so that the students' EFL self-efficacy can be fostered. For example, web teachers can provide appropriate language learning activities which might offer mastering and successful experiences to the students because experiencing something and achieving positive results are considered as the most influential source of self-efficacy beliefs (Bandura & Locke, 2003). Besides, through e-mails or MSN messengers, web teachers can provide positive feedback or encouragement to the students while they performing learning tasks because what significant others say can influence their beliefs about their abilities (Bandura & Locke). Additionally, EFL web teachers must make sure that their students possess the necessary metacognitive self-regulation strategies to cope with the challenges of unfamiliar EFL online learning environment. These strategies will help EFL online learners (a) set short- and long-term goals for their learning (Winne & Hadwin, 1998); (b) focus their attention on their goals and progress (Winne, 1995); (c) self-evaluate their learning goals and progress based upon their learning outcomes (Schraw & Moshman, 1995); and (d) employ multiple learning strategies and adjust those strategies as needed (Winne). In other words, promoting the development of EFL self-efficacy and metacognitive self-regulation in EFL online learners might foster their flow experience.

References

- (1) Aliegro, J. C. (2006). *The effect of self-assessment on the self-efficacy of students studying Spanish as a foreign language*. Unpublished doctoral dissertation, University of Pittsburgh Graduate Faculty of School of Education, Pennsylvania.
- (2) Artino Jr, A. R., & Jones II, K. D. (2012). Exploring the complex relations between achievement emotions and self-regulated learning behaviors in online learning. *The Internet and Higher Education, 15*(3), 170-175.
- (3) Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.
- (4) Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York: Freeman.
- (5) Bandura, A., & Locke, E. A. (2003). Negative self-efficacy and goal effects revisited. *Journal of Applied Psychology, 88*(1), 87-99.
- (6) Baron, R., & Kenny, D. (1986). The moderator-mediator variable distinction in social psychological research: Conceptual, strategic, and statistical considerations. *Journal of Personality and Social Psychology, 51*, 1173-1182.
- (7) Bassi, M., Steca, P., Delle Fave, A., & Caprara, G. (2007). Academic self-efficacy beliefs and quality of experience in learning. *Journal of Youth and Adolescence, 36*, 301-312.
- (8) Brown, A. L. (1987). *Metacognition, executive control, self-regulation, and other more mysterious mechanisms*, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- (9) Brown, A.L., Bransford, J., Ferrara, R., & Campione, J. (1983). Learning, remembering, and understanding. In J. Flavell, & E. Markman, *Handbook of child psychology: Cognitive development*, 3 (pp. 77-166). New York: Wiley.
- (10) Chang, M. M. (2007). Enhancing web-based language learning through self-monitoring. *Journal of Computer Assisted Learning, 23*, 187-196.
- (11) Chen, H., Wigand, R. T., & Nilan, M. (1998). Optimal flow experience in Web navigation. *The 9th Information Resources Management Association International Conference. Effective Utilization and Management of Emerging Information Technologies* (pp. 633-636). Hershey, PA: Idea Group.
- (12) Chen, H., Wigand, R. T., & Nilan, M. (1999). Optimal experience of Web activities. *Computers in Human Behavior, 15*, 585-608.

- (13) Chen, L. X., & Sun, C. T. (2016). Self-regulation influence on game play flow state. *Computers in Human Behavior*, 54, 341-350.
- (14) Chen, P. H. (2013). *The effects of flow experience, need satisfaction, perceptual learning style preferences, and EFL self-efficacy on EFL online learner satisfaction: A pilot study*. Unpublished manuscript. Washington State University, Pullman.
- (15) Chen, P. H. (2015). *Effects of goal orientation on metacognitive self-regulation of EFL online learners*. Unpublished manuscript.
- (16) Chen, P. H. (2016). The effect of flow experience on EFL online learner satisfaction. *Languages and International Studies*, 15, 47-64.
- (17) Choi, D., Kim, J., & Kim, S. (2007). ERP training with a web-based electronic learning system: The flow theory perspective. *International Journal of Human-Computer Studies*, 65, 223-243.
- (18) Clark, J. L. D. (1981). Language. In T. S. Barrows (Ed), *College students' knowledge and beliefs: A survey of global understanding* (pp. 87-100). New Rochelle, NY: Change Magazine Press.
- (19) Csikszentmihalyi, M. (1975). *Beyond boredom and anxiety*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- (20) Csikszentmihalyi, M. (1990). *Flow: The psychology of optimal experience*. New York, NY: Harper & Row.
- (21) Csikszentmihalyi, M. (1997). *Finding flow: The psychology of engagement with everyday life*. New York, NY: Harper Collins.
- (22) Csikszentmihalyi, M., & LeFevre, J. (1989). Optimal experience in work and leisure. *Personality and Social Psychology*, 56, 815-822.
- (23) Csikszentmihalyi, M., & Rathunde, K. (1992). The measurement of flow in everyday life: Toward a theory of emergent motivation. In R. Dienstbier & J. E.
- (24) Jacobs (Eds.), *Nebraska Symposium on motivation* (pp. 57-97). Lincoln, NE: University of Nebraska Press.
- (25) Csikszentmihalyi, M., Rathunde, K., & Whalen, S. (1997). *Talented Teenagers: the Roots of Success and Failure*. Cambridge University Press, Cambridge.
- (26) Egbert, J. (2003). A study of flow theory in the foreign language classroom. *The Modern Language Journal*, 87, 499-520.

- (27) Field, A. (2012). *Discovering statistics: One-way independent ANOVA*. Retrieved June 13, 2016, from <http://www.statisticshell.com/docs/onewayanova.pdf>
- (28) Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive–developmental inquiry. *American Psychologist*, 34(10), 906-911.
- (29) Garson, G. D. (2013). *Multiple regression (e-book)*. North Carolina: Statistical Publishing Associates.
- (30) Grissom, R. J. (1994). Probability of the superior outcome of one treatment over another. *Journal of Applied Psychology*, 79, 314–316.
- (31) Jackson, S. A., & Eklund, R. C. (2002). Assessing flow in physical activity: the flow state scale-2 and dispositional flow scale-2. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 24, 133–150.
- (32) Jackson, S. A., Kimiecik, J. C., Ford, S., & Marsh, H. W. (1998). Psychological correlates of flow in sport. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 20, 358–378.
- (33) Jackson, S. A., Thomas, P. R., Marsh, H. W., & Smethurst, C. J. (2001). Relationships between flow, self-concept, psychological skills, and performance. *Journal of Applied Sport Psychology*, 13, 129-153.
- (34) Jaggars, S. S., Edgecombe, N., & Stacey, G. W. (2013). *What we know about online course outcomes*. New York, NY: Columbia University, Teachers College, Community College Research Center.
- (35) Kitano, K. (2001). Anxiety in the college Japanese language classroom. *Modern Language Journal*, 85, 549-566.
- (36) Kiyomi, Y. (2009). To what extent can self-assessment of language skills predict language proficiency of EFL learners in school context in Japan. *Japanese Foreign Language Education Research*, 17, 65-82.
- (37) Konradt, U., Filip, R., & Hoffmann, S. (2003). Flow experience and positive affect during hypermedia learning. *British Journal of Educational Technology*, Vol. 34(3), 309-327.
- (38) Liao, L. F. (2006). A flow theory perspective on learner motivation and behavior in distance education. *Distance Education*, 27(1), 45-62.
- (39) Liu, S., Liao, H., & Pratt, J. (2009). Impact of media richness and flow on

- e-learning technology acceptance. *Computers & Education*, 52, 599–607.
- (40) Livingston, J.A. (2003). *Metacognition: An overview*. ERIC Document Reproduction Service No. ED 474 273. Retrieved June 11, 2016, from http://people.ucsc.edu/~gwells/Files/Courses_Folder/documents/LivingstonMetacognition.pdf
- (41) Massimini, F., & Carli, M. (1988). The systematic assessment of flow in daily experience. In M. Csikszentmihalyi & I. S. Csikszentmihalyi (Eds.), *Optimal experience: Psychological studies of flow in consciousness* (pp.288-306). New York: Cambridge University Press.
- (42) Mesurado, B., Cristina Richaud, M., & José Mateo, N. (2016). Engagement, flow, self-efficacy, and eustress of university students: A cross-national comparison between the Philippines and Argentina. *The Journal of psychology*, 150(3), 281-299.
- (43) Moneta, G. B., & Csikszentmihalyi, M. (1996). The effect of perceived challenges and skills on the quality of subjective experience. *Journal of Personality*, 64, 274–310.
- (44) O’Broin, D. & Clarke, S. (2006). INKA: Using flow to enhance the mobile learning experience. *IADIS International Conference Mobile Learning 2006*, Dublin, Ireland, 139-146.
- (45) Pintrich, P. R. (1999). The role of motivation in promoting and sustaining self-regulated learning. *International Journal of Educational Research*, 31, 459-470.
- (46) Pintrich, P. R. (2002). The role of metacognitive knowledge in learning, teaching, and assessing. *Theory into Practice*, 41(4), 219-225.
- (47) Pintrich, P. R., Smith, D. A., Garcia, T., & McKeachie, W. J. (1991). *A manual for the use of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ)*. National Center for Research to Improve Postsecondary Teaching and Learning. Ann Arbor: University of Michigan.
- (48) Pintrich, P. R., Wolters, C., & Baxter, G. (1999). Assessing metacognition and self-regulated learning. In G. Schraw (Ed.), *Issues in the Measurement of Metacognition: Proceedings from the Tenth Buros-Nebraska Symposium on Measurement and Testing*. Lincoln, NE: The University of Nebraska Press.

- (49) Puzziferro, M. (2008). Online technologies self-efficacy and self-regulated learning as predictors of final grade and satisfaction in college-level online courses. *American Journal of Distance Education, 22*(2), 72-89.
- (50) Rodriguez-Sanchez, A., Marisa Salanova, M., Eva Cifre, E., & Schaufeli, W. B. (2011). When good is good: A virtuous circle of self-efficacy and flow at work among teachers. *Revista de Psicología Social, 26*(3), 427-441.
- (51) Schmidt, R., Boraie, D., & Kassabgy, O. (1996). Foreign language motivation: Internal structure and external connections. In R. Oxford (Ed.), *Language learning motivation: Pathways to the new century* (pp. 9-56). Manoa: University of Hawai'i Press.
- (52) Schmidt, R., & Savage, W. (1992). Challenge, skill, and motivation. *PASAA, 22*, 14-28.
- (53) Schraw, G., & Moshman, D. (1995). Metacognitive theories. *Educational Psychology Review, 7*, 351-371.
- (54) Schwartz, S. J., & Waterman, A. S. (2006). Changing interests: A longitudinal study of intrinsic motivation for personally salient activities. *Journal of Research in Personality, 40*, 1119-1136.
- (55) Shin, N. (2006). Online learner's flow experience: An empirical study. *British Journal of Educational Technology, 37*(5), 705-720.
- (56) Skadberg, Y. X., & Kimmel, J. R. (2004). Visitor's flow experience while browsing a web site: Measurement, contributing factors and consequences. *Computers in Human Behaviour, 20*, 403- 422.
- (57) Stavrou, NA., Psychountaki, M., Georgiadis, E., Karteroliotis, K., & Zervas, Y. (2015). Flow theory - goal orientation theory: Positive experience is related to athlete's goal orientation. *Front Psychol., 6*:1499. doi: 10.3389/fpsyg.2015.01499.
- (58) Susimetsa, M. (2006). *Motivated and self-regulated learning of adult learners in a collective online environment*. Unpublished doctor's dissertation, University of Tampere, Finland.
- (59) Tilfarliioglu, F. T., & Cinkara, E. (2009). Self-efficacy in EFL: Differences among proficiency groups and relationship with success. *Novitas-Royal, 3*(2), 129-142.

- (60) Winne, P. H. (1995). Inherent details in self-regulated learning. *Educational Psychologist, 30*, 173-188.
- (61) Winne, P. H., & Hadwin, A. F. (1998). Studying as self-regulated learning. In D. J. Hacker & J. Dunlosky (Eds.), *Metacognition in educational theory and practice, The educational psychology series*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- (62) Wong, M. S. (2005). Language learning strategies and language self-efficacy. *Regional Language Centre Journal, 36*(3), 245-269.
- (63) Yang, H. J., Tsao, W. Y., Lay, Y. L., Chen, M., & Liou, Y. C. (2008). Prior language experience and language anxiety as predictors for non-native language commercial website use intention. *International Journal of Human-Computer Studies, 66*, 678-687.
- (64) Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a self-regulated learner: An overview. *Theory into Practice, 41*(2), 64-70.

Appendix A

EFL Self-Efficacy Scale (EFL-SES, Clark, 1981 ; Kiyomi, 2009)

Speaking self-efficacy

1. I can say the days of the week in English.
2. I can give the current day (month, day, year) in English.
3. I can order a simple meal in a restaurant in English.
4. I can ask for directions on the street in English.
5. I can buy clothes in a department store in English.
6. I can introduce myself in social situations, and use appropriate greetings and leave-taking expressions in English.

Reading self-efficacy

1. I can read memos like a shopping list in English.
2. I can read the storefront signs in English and understand the type of store or the services provided.
3. I can read restaurant menus in English.
4. I can read the signs and information in a bus or train in English.
5. I can read the lyrics in English songs.
6. I can read a brochure for a study-abroad program.

Listening self-efficacy

1. I can understand very simple statements or questions in English (“Hello,” “How are you?”, “What is your name?”, “Where do you live?”).
2. I can understand the announcement in a bus or train in English, including its destination, departure time, and arrival time.
3. I can understand a Taiwanese teacher speaking in English in class.
4. I can understand a movie with subtitles in English.
5. In face-to-face conversation, I can understand a native-speaker who is speaking

slowly and carefully.

6. I can understand the lyrics in English songs.

Appendix B

Metacognitive Self-Regulation Scale (MSRS, Pintrich et al., 1991)

1. During class time I often miss important points because I'm thinking of other things.
2. When reading for this course, I make up questions to help focus my reading.
3. When I become confused about something I'm reading for this class, I go back and try to figure it out.
4. If course readings are difficult to understand, I change the way I read the material.
5. Before I study new course material thoroughly, I change the way I read the material.
6. I ask myself questions to make sure I understand the material I have been studying in this class.
7. I try to change the way I study in order to fit the course requirements and the instructor's teaching style.
8. I often find that I have been reading for this class but don't know what it was all about.
9. I try to think through a topic and decide what I am supposed to learn from it rather than just reading it over when studying.
10. When studying for this course I try to determine which concepts I don't understand well.
11. When I study for this class, I set goals for myself in order to direct my activities in each study period.
12. If I get confused taking notes in class, I make sure I sort it out afterwards.

Appendix C

Flow Experience Scale (FES, adapted from Schwartz & Waterman, 2006)

1. When I engage in online English learning activity, I have clear goals.
2. When I engage in online English learning activity, I feel self-conscious.
3. When I engage in online English learning activity, I feel in control.
4. When I engage in online English learning activity, I lose track of time.
5. When I engage in online English learning activity, I feel I know how well I am doing.
6. When I engage in online English learning activity, I have a high level of concentration.
7. When I engage in online English learning activity, I forget personal problems.
8. When I engage in online English learning activity, I feel fully involved.

大仁科技大學

大仁學報徵稿稿約

- 一、宗旨：本學報係提供本校專兼任教師發表學術研究論文，及技術或職業教育論文之定期刊物，以提昇本校學術研究風氣。
- 二、出刊與收稿：本學報隨時接受投稿，並依投稿順序及審查進度排序，於每年三月及九月各出版一次。收稿日全年無休，惟 1 至 6 月投稿稿件於同年 9 月出刊；7 至 12 月投稿稿件於翌年 3 月出刊。凡未曾在國內外期刊發表之學術研究論文，及技術或職業教育論文皆歡迎投稿。
- 三、文稿規範：稿件應以中文或英文撰寫，每篇論文包含圖表及參考文獻計算在內，頁數至多以 15 印刷面為限，字數約 20000 字以內(頁數超過 5 印刷面以內者，作者須自行負擔超出部份之出版費用)。
- 四、文稿格式：
 - (一)紙張尺寸：中英文稿一律以 A4 白色紙張(210 mm*297 mm)縱式版面、文字橫式列印。
 - (二)邊界：左右邊界各為 3.17 cm，上邊界為 3.7 cm，下邊界各為 4 cm。
 - (三)欄數：單欄式列印。
 - (四)行間距：採固定行高 19pt 打字。
 - (五)頁首：單雙頁不同，單頁請以標楷體 10 號字寫「論文題目加論文頁碼」，偶數頁請寫「論文頁碼加大仁學報第 00 期」。
 - (六)頁尾：請留空白，不寫總頁碼。
- 五、文稿內容：
 - (一)文稿內容之撰寫應包括下列內容，其排列順序為：題目、作者、服務、科別及職稱、摘要、關鍵字(key words)、本文(含前言、文獻調查、研究方法、結果分析與討論、結論與建議)謝誌、及參考文獻。
 - (二)論文題目宜簡明，中文題目字數限 30 字以內，英文題目字數限 50 字以內。
 - (三)作者姓名列於論文題目下方，摘要之上方，作者服務機構單位則依序以*、**、***... 號表示，通訊作者以 a 號表示並說明於該頁左下方。
 - (四)中英文摘要應置於正文之前，並同時撰寫於首頁，各以 300 字為限。
 - (五)文稿請以電腦文書軟體(以 MS Word 為原則)排版，列表機列印，使用字體規定如下：
 - 1.題目：中文用標楷體 26P 字加粗體，英文用 Times New Roman 26P 加粗體。每一個英文字的第一字母大寫，其餘字母、介系詞、冠詞均小寫。
 - 2.作者姓名：中文用標楷體 14P 字體，英文用 Times New Roman 14P 字體(作者

英文姓名請用全名，並以名在前、姓在後之方式排列。

- 3.服務科別及職稱：中文用標楷體 10P 字體，英文用 Times New Roman 10P 字體。
- 4.次標題：中文用標楷體 16P 字加粗體，英文用 Times New Roman 16P 字體加粗體(如摘要、註釋及參考文獻等)。
- 5.本文及關鍵字：中文用標楷體 12P 字體，英文用 Times New Roman 12P 字體(關鍵字以 3-5 個字為限)。
- 6.中文稿件在章節標題之下採壹、一、(一)、1、(1)···，英文採 1、(1)、A、(A)、a、(a)···之順序編號。文中數字以阿拉伯數字書寫，度量衡單位一律用國際公認之標準符號。中文出現符號者，請附符號說明，按英文字母或希臘字母順序排列。
- 7.文稿如有照片必須黑白清晰，並於背面以軟鉛筆註明題目及作者。
- 8.文稿如有附表必須另用白紙繪製，冠以表一、表二···，並需併附標題說明及英文標題，以 Table 1、Table 2···。中文標題置於表首，下附英文標題。標題說明置於表下。
- 9.文稿如有附圖必須用白紙繪製，冠以圖一、圖二···，並說明圖意且置於圖下。中文稿件之附圖請併附英文標題，以 Fig.1、Fig.2···置於中文標題之下。圖表請插入本文之內。
- 10.論文之章節標題需列於稿紙之中央對稱位置。小節標題則從文稿之左緣開始。

六、參考文獻：

(一)編號：本學報不採頁尾註釋方式，統一以參考文獻方式註明參考資料來源。英文稿請用阿拉伯數字加 () 依序編寫於右上角。中文稿請以 () 格式表示之，() 中以阿拉伯數字依序寫明文獻之編號。

(二)格式：

- 1.期刊部份：作者(中英文皆先姓後名)，篇名，刊物名稱，卷期數，(發行年份)，頁數。

英文參考文獻範例：

Fuller, E. O.. "The Prink Sheet Syndrome." Nursing Research, 25 (2), (1982) : 185-186.

中文參考文獻範例：

王桂芸，角色緊張的剖析，護理雜誌，33 (4)，(1986 年)：53-56。

- 2.書籍部份：作者，書名，版次，(出版地：出版商，西元年代)，頁數。

英文參考文獻範例：

Erikson, E.H. Childhood society. 2nd (New York, NY: Norton, 1950): 150-166.

中文參考文獻範例：

杜敏世，護理研究，第二版，(台北：華杏，1987年)：76-80。

- 七、審查：來稿之評審方式及程序，依據本學報審查辦法，由本校編輯審查委員會聘請校外學者專家審查並提修改意見。改稿與校稿均由作者負責，改稿時應參考審稿委員之意見，意見不同時應提出說明，出版後之文則由作者自負。
- 八、編印：投稿時請附電子檔案（光碟或 e-mail：trd@tajen.edu.tw）及列印完成之文章一份連同中或英文「著作授權同意書」、投稿者基本資料表。請於徵稿期間繳交至本校研發處產學服務組，經彙集送審查委員評審並同意刊出後，以自然科學、社會科學、人文科學之順序刊載。
- 九、稿酬：稿件一經刊登每篇贈送抽印本十份，不另贈稿酬，但專任教師可申請本校學報論文獎助。抽印本如需加印，費用由作者自行負擔。
- 十、若著作人投稿於本刊經收錄後，同意授權本刊得再授權國家圖書館『遠距圖書服務系統』或其他資料庫業者，進行重製、透過網路提供服務、授權用戶下載、列印、瀏覽等行為。並得為符合『遠距圖書服務系統』或其他資料庫之需求，酌作格式之修改。

大仁學報第五十期

中華民國 106 年 03 月出版

發行人：王駿發

編輯：大仁學報編輯委員會

主任委員：王駿發

總幹事：郭代璜

編輯委員：陳福安、李耀奎、郭朝坤、黃鼎倫

主編：馮靜安

執行編輯：朱淑惠

出版者：大仁科技大學

地址：屏東縣鹽埔鄉維新路 20 號

電話：08-7624002

傳真：08-7624509

承印：急印夢工場

地址：屏東市民生路 49-13 號

電話：08-7221818

傳真：08-7230238

No. 50 March 2017

- 生物復育廢機油污染場址之可行性評估

Using Bio-phytoremediation to restored an oil pollution Site feasibility assessment

—— 廖偉志、李芳胤、賴文亮

Wei-Zhi Liao, Fang-Yin Lee, Wen-Liang Lai

- 植生復育重金屬污染場址之案例評析

A Case Study of Heavy Metal Pollution Site Using Phytoremediation Technology

—— 廖偉志、李芳胤、賴文亮

Wei-Zhi Liao, Fang-Yin Lee, Wen-Liang Lai

- 延伸嚇阻理論與台海危機—以1950年代美中台關係為中心—

Extended Deterrence Theory and the Taiwan Strait Crisis — Based on 1950s the U. S. - China-Taiwan R elations —

—— 伊藤幹彥

Mikihiko Ito

- 以多層次因果分析探討素食觀點

Exploring viewpoint of vegetable diet through causal layered analysis

—— 蔡立旭、王居卿

Li-Shih Tsai, Chu-Ching Wang

- 運用失效模式與效應分析改善配銷中心的物流程序

Applying FMEA to Improve the Logistics Process in the Distribution Center

—— 蔡立旭、王居卿

Li-Shih Tsai, Chu-Ching Wang

- 外語自我效能及後設認知自我調整策略與幼保系學生外語線上學習神馳經驗的關係
The Relationships of EFL Self-Efficacy and Metacognitive Self-Regulation to Online Flow among EFL Childhood Care Students

—— 陳柏軒

Po-Hsuan Chen



大仁科技大學 大仁學報

Tajen Journal, Tajen University
20, Weixin Rd., Yanpu Township,
Pingtung County 90741 Taiwan R.O.C.
TEL: 08-7624002 FAX: 08-7624509
ISSN: 1021-3724