



香港天文台

HONG KONG OBSERVATORY

# 香港環境輻射監測

技術報告第 17 號

香港環境伽瑪空氣吸收劑量率 1999

香港環境輻射監測

技術報告第 17 號

## 香港環境伽瑪空氣吸收劑量率 1999

黃明松 陳銻銻 潘海濤 梁榮武 莫慶炎 蘇志權

香港天文台

未經香港天文台台長同意，不得翻印本刊物任何部分內容。

本刊物的編製和發表，目的是促進資料交流。香港特別行政區政府（包括其職員及僱員）對於本刊物所載資料的準確性、完整性或效用，概不作出明確或暗示的保證或陳述；在法律許可的範圍內，對於提供或使用這些資料而可能直接或間接引致任何損失、損壞或傷害（包括死亡），亦不負任何法律承擔或責任（包括疏忽責任）。

一九九九年三月出版

# 目錄

|     |         |     |
|-----|---------|-----|
|     | 目錄      | i   |
|     | 圖表      | ii  |
|     | 鳴謝      | iii |
|     | 摘要      | iv  |
| 第一章 | 引言      | 1   |
| 第二章 | 調查策略與條件 | 3   |
| 第三章 | 測量與方法   | 5   |
| 第四章 | 宇宙射線之影響 | 7   |
| 第五章 | 結果與討論   | 8   |
|     | 參考文獻    | 11  |

## 圖表

|     |                        |    |
|-----|------------------------|----|
| 圖一  | 輻射監測站分佈                | 13 |
| 圖二  | 香港輻射普查之網格及人口分佈         | 14 |
| 圖三  | 香港室外及街道伽瑪空氣吸收劑量率測量點位置  | 15 |
| 圖四  | 香港二十個土壤樣本收集點位置         | 16 |
| 圖五  | 土壤樣本之典型尺碼譜             | 17 |
| 圖六  | 香港室外伽瑪空氣吸收劑量率的季節變化     | 18 |
| 圖七  | 香港室外伽瑪空氣吸收劑量率頻率分佈      | 19 |
| 圖八甲 | 香港室外伽瑪空氣吸收劑量率地域分佈和地質資料 | 20 |
| 圖八乙 | 香港地質資料圖例說明（圖八甲）        | 21 |
| 圖九  | 香港街道伽瑪空氣吸收劑量率頻率分佈      | 22 |
| 圖十  | 香港室外和街道伽瑪空氣吸收劑量率地域分佈   | 23 |
| 圖十一 | 香港室內伽瑪空氣吸收劑量率頻率分佈      | 24 |
| 圖十二 | 香港室內伽瑪空氣吸收劑量率地域分佈      | 25 |

## 鳴謝

在進行這個研究的過程中，中國核工業總公司科學技術委員會副主任及聯合國原子輻射效應科學委員會的中國代表潘自強教授給予很大鼓勵，提出了寶貴意見，香港天文台深表謝意。

要特別感謝的還有衛生署的放射衛生部，他們提供了熱釋光劑量計和計算劑量的讀數，亦對測量方法提出了專業意見。

承蒙香港大學放射同位素研究所的許可，此報告使用了他們過往測量的數據。另外，他們努力協助了室內伽瑪空氣吸收劑量率的測量，完成了土壤樣本的放射性核素含量的分析，謹在此對香港大學放射同位素研究所表示衷心的謝意。

還要衷心感謝規劃署及土木工程署的土力工程處，他們提供了香港人口分佈及地質成份的最新資料。

## 摘要

香港天文台進行了一項香港環境伽瑪空氣吸收劑量率的研究，取得香港的天然輻射水平。這次研究結合了過往不同來源的資料及今次全港地區輻射測量普查的數據。這次研究結果將會提交聯合國原子輻射效應科學委員會(UNSCEAR)。

這次普查分別量度了郊野、街道及室內的伽瑪空氣吸收劑量率，並測定了土壤中天然放射性核素的活度濃度。與世界各地慣常的測量方式一樣，室外伽瑪空氣吸收劑量率的測量點選在不受人為活動影響的郊野上進行。此外，由於香港大部份人口集中於建築物稠密的地區及繁忙街道，這次普查亦測量了市區道路上的伽瑪空氣吸收劑量率，作為參考之用。

在減去宇宙射線部份及作出季節變化調整後，香港室外的伽瑪空氣吸收劑量率(Df)在0.051微戈瑞/小時與0.123微戈瑞/小時之間，平均為0.087微戈瑞/小時。數值與鄰近香港的廣東省其他城市相若。

在減去宇宙射線部份及作出季節變化調整後，香港街道的伽瑪空氣吸收劑量率(Ds)在0.135微戈瑞/小時與0.229微戈瑞/小時之間，平均為0.179微戈瑞/小時。Ds較高的原因是測量點受到周圍建築物的分佈及建築材料所影響。

在減去宇宙射線部份後，香港室內的伽瑪空氣吸收劑量率(Din)在0.141微戈瑞/小時與0.267微戈瑞/小時之間，平均為0.199微戈瑞/小時。現時資料未能確定高Din與建築材料中放射性物質有關，或受到附近建築物分佈的影響，還需要進一步的研究。

在泥土樣本中的鉀-40、鈾-238、鐳-226、及釷-232的活度濃度分別為653、103、72及117貝可/千克。這些數值與廣東省其他城市的結果接近。

# 第一章

## 引言

### 1.1 背景

香港天文台最近進行了一項環境伽瑪空氣吸收劑量率的研究，目的是爲了取得香港的天然輻射水平資料。由於要在短時間內完成這項研究，天文台盡量利用了現存的數據，其中包括天文台的輻射監測網絡的數據及香港大學放射同位素研究所過往的測量資料。香港天文台在一九九九年一月至二月期間在沒有數據的地區進行了一個廣泛的輻射水平普查，補充過去的測量結果。普查所得的數據與過往的測量資料一起合併分析，從而得到一個更準確地反映香港天然輻射水平的情況。

聯合國原子輻射效應科學委員會將會在公元二千年發表有關世界各地室外室內輻射水平的報告。這次研究的結果將會提交該委員會，讓有關香港環境輻射水平的資料，能在正確的規格及相同的理論基礎下與世界各地的資料同時出現於報告中。

### 1.2 現存的數據

在環境輻射監測計劃下，天文台透過輻射監測網絡，不停地監測香港的伽瑪空氣吸收劑量率。輻射監測網絡共有十個固定的監測站，位於境內的關鍵地點 (圖一)。站內的高壓電離室不停地量度伽瑪空氣吸收劑量率，得到的數據每分鐘傳送回天文台的總部存取。天文台每月出版一次網絡量度所得的伽瑪空氣吸收劑量率的資料總結(例如: 香港天文台 1999)，而每年則出版一次環境輻射監測計劃的測量結果 (香港天文台 1998)。

過往的測量包括香港大學自一九八七年進行的陸地伽瑪輻射劑量的測量 (Tso et al. 1992)，及在一九九三年的高層建築物的室內伽瑪空氣吸收率與室內氬氣關係的測量 (Leung et al. 1998)。在一九八七年香港大學的研究中 (Tso and Li 1992)，由於未必能進入私人住宅和辦公室內進行測量，部份數據是在升降機大堂和走廊量度的，這部份數據不能代表香港的室內情況。爲了符合慣常的量度方式 (何振芸 等 1992)，只挑選了那些香港大學在房間內量度的數據，與今次在室內量度的數據一起合併分析。

### **1.3 輻射測量**

香港天文台聯同衛生署的放射衛生部及香港大學的放射同位素研究所一起進行這次輻射普查，量度了在郊野、街道及室內的伽瑪空氣吸收劑量率，並測定了土壤中天然核素的活度濃度。香港天文台負責室外及街道的測量部份，衛生署的放射衛生部負責室內的測量部份，香港大學則協助室內的測量部份和進行土壤樣本的分析。

### **1.4 報告**

這份報告詳細描述這次研究的策略，輻射量度和調查方法，並解釋數據的處理和計算，以獲得能更準確地反映香港輻射水平的資料。



## 第二章

### 測量策略與條件

#### 2.1 網格

根據人口的分佈及土地用途，這次測量把香港的郊野地區劃分為四十二個五公里乘五公里的網格，而已發展地區則劃分為六十一個二點五公里乘二點五公里的網格。[圖二](#)顯示一幅香港人口及網格分佈的地圖。佈點的條件與內地的同類調查研究相似 (何振芸 等 1992)。在每個網格中，選取的測量點盡量接近網格中心，而兩個鄰近網格的測量點最少距離半個網格的長度。測量點盡量遠離會影響環境輻射水平的工業活動，例如發電站及廢物堆填區等。

#### 2.2 室外與街道測量佈點

測量點一定要代表該處的環境。在香港，已發展地區的總面積遠比郊野的面積小。按世界各地慣常採用的方法，今次普查在郊野裏不受人為活動影響的地面上(例如沒有混凝土的存在)量度室外吸收伽瑪空氣劑量率。測量點距離鄰近的建築物最少五十米。

因為香港大部份人口都是集中於建築物稠密的地區，而建築物都是混凝土建造及集中在繁忙街道的兩旁，普查也在發展地區的道路上量度伽瑪空氣的吸收劑量率，作為參考。考慮到香港的道路交通繁忙及很少人會停留在道路的中心，所以道路上的量度並不在道路中心，而是在行人道旁進行。測量點與建築物有一米以上的距離。[圖三](#)顯示這次普查的室外及街道測量佈點。

#### 2.3 室內測量

因為香港人大部份時間都停留在室內，為了評價公眾接受的有效劑量，天文台亦調查了室內伽瑪空氣吸收劑量率。香港大學曾進行了一系列的測量，包括自一九八七年 (Tso et al.1992) 的陸地伽瑪輻射劑量的測量和在一九九三年 (Leung et al. 1998) 的高層建築物室內氬氣及其子體的測量。因為已掌握了這些數據，所以只在那些沒有數據的地區中測量室內伽瑪空氣吸收劑量率。在內地的類似測量中，室內測量是在面積介乎十五至二十平方米的房間進行 (何振芸 等 1992)。但是香港的大部份住宅都很細小，有以上大小的房間不多。香

港大學將現存的數據分層次研究（私人通信），發現室內伽瑪空氣吸收劑量率與房間的大小沒有顯著的相關。所以，這次測量也選擇了一些細小的房間。房間的大小介乎七至二十平方米。室內測量點是在房間中央，距離四周牆壁最少一米。

## **2.4 泥土樣本收集**

這次調查從五公里的郊野網格上選取了具香港地質代表性的二十個泥土樣本，鑑定了其中的鉀-40、鈾-238、鐳-226 及鈾-232 的活度濃度。

## 第三章

### 測量與方法

#### 3.1 室外與街道伽瑪空氣吸收劑量率

是次調查使用便攜式高壓電離室（製造商：Reuter-Stokes；型號：RSS-112）測量室外及街道的伽瑪空氣吸收劑量率。高壓電離室內的電離室是一個直徑 25.4 厘米的球體，球內充滿二十五倍大氣壓力（絕對）的超高純度氬氣。進行測量時，高壓電離室的中心點固定在離地一米高的位置。在每個測量地點，連續收集數據三十分鐘。測量的總誤差率約為百分之五。

輻射監測網絡使用由 Reuter-Stokes 製造、型號 RSS-1013 的高壓電離室環境輻射監測站量度室外伽瑪空氣吸收劑量率。這個高壓電離室的感應器和便攜式高壓電離室的感應器是相同的。數據每分鐘遙傳回天文台總部存取。

#### 3.2 室內伽瑪空氣吸收劑量率

是次調查使用熱釋光劑量計（製造商：Harshaw；型號：8807 環境劑量計）量度大概兩個月時間的室內累積伽瑪空氣吸收劑量。每個熱釋光劑量計是由兩組加了鐳的氟化鈣（ $\text{CaF}_2:\text{Dy}$ ）及兩組加了鎂和鈦的氟化鋰（ $\text{LiF: Mg, Ti}$ ）的元素所組成。衛生署的放射衛生部提供了今次調查用的熱釋光劑量計及讀取經照射後所錄得的伽瑪空氣吸收劑量。

在一九九八年十二月的後期，香港大學的研究員將一束兩個熱釋光劑量計放置在選定網格的每個住宅中，量度室內的累積伽瑪空氣吸收劑量。每一束的熱釋光劑量計均懸掛在房間的中央位置，並且距離天花板 0.5 米。香港大學在二月尾回收熱釋光劑量計，並將劑量計立刻送回放射衛生部讀取數據。所以劑量計的總照射時間略少於兩個月。

由於熱釋光劑量計由放射衛生部送往香港大學後，未必能立刻被分派到各測量點，總累積伽瑪空氣吸收劑量需要減去這段運送時間和『等候時間』所錄得的伽瑪空氣吸收劑量。

### 3.3 土壤樣本中放射核素的含量

在環境輻射監測計劃下，天文台從大氣、水及食物鏈中抽取樣本進行詳細放射分析。這次研究用了這計劃中所收集到的其中二十個土壤樣本。樣本的選取主要根據樣本能否代表香港各區的不同地質及地域分佈。圖四顯示二十個土壤樣本的收集位置。

土壤樣本被烘乾、磨碎並篩選以確保樣本粒徑均足夠細小。後經激光粒子量度器核對，確定了所有土壤樣本的粒徑小於直徑 10 微米。圖五顯示典型的土壤樣本的尺碼譜。一點六公升的土壤樣本被烘乾後填進一個兩公升的瑪勒杯內，然後經過磅重及密封儲藏四星期，以便鐳-226 和氡-222 能達到平衡狀態。

香港大學使用伽瑪譜儀技術分析鉀-40，鈾-238，鐳-226 和釷-232 在土壤樣本中的活度濃度。土壤樣本用一個有百分之六十相對效率的 n-型高純度鍍探測器（製造商：Canberra；型號：2002）量度 7 小時。本底輻射用同一探測器量度一個空的瑪勒杯 47 小時來測定。測量過程首先量度出土壤的釷-234、鉛-214、鉍-214、錒-228、鉛-212、鉍-212、鉍-208 及鉀-40 的活度濃度，然後用這些量度結果計算出鉀-40、鈾-238、鐳-226 及釷-232 的活度濃度。計算中假設：

1. 鈾-238 和釷-234 在平衡狀態，
2. 釷-232 和錒-228 在平衡狀態，和
3. 鐳-226 和氡-222 及其子核素（鉛-214 和鉍-214）在平衡狀態。

## 第四章

### 宇宙射線之影響

環境輻射場由陸地伽瑪輻射(天然和人為)及太空的宇宙輻射所組成。評價純由陸地輻射所造成的吸收劑量率時需要減去宇宙輻射影響的成份。

#### 4.1 室外宇宙輻射

評價室外的宇宙輻射影響成份須在一處低陸地輻射水平的地點進行。根據 Tsui et al. (1991) 的研究，宇宙射線成份可從大型淡水庫中測量到的伽瑪空氣吸收劑量率，減去其它因素得出。

室外的宇宙射線成份在萬宜水庫和船灣淡水湖中心測量。天文台得到水務局的協助，在普查期間進行了四次測量。在每一次測量中，高壓電離室在位於水庫上的玻璃纖維船上量度一個小時。高壓電離室距離甲板 1 米高。船隻距離岸邊最少 1000 米。測量點水深約 60 米。如此可盡量減低陸地輻射所造成的影響。其它因素包括空氣、水、人體內的鉀-40 及電離室的內部本底成份所造成的伽瑪空氣吸收劑量率，可影響宇宙射線成份測量的準確度。它們的總數約為 0.004 微戈瑞/小時 (Tsui et al. 1991)。由高壓電離室測量所得的室外伽瑪空氣吸收劑量率平均為 0.043 微戈瑞/小時，所以計算出宇宙射線成份約為 0.039 微戈瑞/小時。

#### 4.2 室內宇宙輻射

香港大學在過往的研究中 (Tso et al. 1992 及 Leung et al. 1998) 採用室內平均傳送系數 0.7 去決定室內的宇宙射線部份。由於這次普查的數據會與 Leung et al. (1998) 調查所得的資料一起合併分析，為保持一致性，在評價室內伽瑪空氣吸收劑量率時，這個報告採用了相同的室內平均傳送系數去評價室內的宇宙射線部份。上一節所得的室外宇宙射線成份為 0.039 微戈瑞/小時，所以室內的宇宙射線成份為 0.027 微戈瑞/小時。

## 第五章

### 結果與討論

#### 5.1 環境伽瑪空氣吸收劑量率

這次全港環境伽瑪空氣吸收劑量率的普查共得到 152 個測量數據（37 個郊野、61 個街道及 54 個室內），再加入輻射監測網絡中位於郊野地區的五個輻射監測站的資料。這五個監測站分別位於吉澳、平洲、沙頭角、塔門和尖鼻咀。室外測量點的普查結果與上述五個輻射監測站的資料（共 42 測量點）一同分析後，得出一個具代表性的全港室外伽瑪空氣吸收劑量率之情況。在減去宇宙射線部份後，室外伽瑪空氣吸收劑量率在 0.053 微戈瑞／小時至 0.127 微戈瑞／小時之間，平均為 0.090 微戈瑞／小時。

從五個輻射監測站在 1992 至 1998 年所錄得的伽瑪空氣吸收劑量率月平均值，可看到伽瑪空氣吸收劑量率極受季節變化影響（圖六）。由於是次普查在冬季的一月至二月進行，要得出全年的平均值，數據需加入季節變化的修正部份。根據 1992 至 1998 年輻射監測站的數據（皇家香港天文台 1993 至 1997 年、香港天文台 1998 年、香港天文台 1998 年 (a-1) 及香港天文台 1999），一月至二月平均伽瑪空氣吸收劑量率是全年平均值的 1.03 倍。若調查在全年進行，將會有較低的數值，所以室外伽瑪空氣吸收劑量率必需適當地向下調整以反映全年平均的情況。經過季節變化的修正後，室外伽瑪空氣吸收劑量率 (Df) 在 0.051 微戈瑞／小時至 0.123 微戈瑞／小時之間，平均為 0.087 微戈瑞／小時。此數值與鄰近香港的廣東省其他城市相若（談根洪 等 1995 年）。圖七展示 Df 之頻率分佈。

Df 在西南面地區，特別是在大嶼山普遍較高。較高的原因是由於受到測量點下的地質成份所影響。這情況在地質圖上比對 Df 便更容易看到（圖八）。

在減去宇宙射線部份及作出同樣的季節調整後，街道上的伽瑪空氣吸收劑量 (Ds) 在 0.135 微戈瑞／小時至 0.229 微戈瑞／小時之間，平均為 0.179 微戈瑞／小時。Ds 和 Df 比率為 2.06。Ds 的平均值在這個調查中較為偏高。Ds 偏高的原因可能是測量點受到周圍建築物的分佈及建築物料所影響。但實際原因需要更詳細的研究才可以判別。圖九展示 Ds 之頻率分佈。圖十顯示 Df 及 Ds 的伽瑪空氣吸收劑量率的地域分佈。

這次普查所得的室內伽瑪空氣吸收劑量率的數據（共 54 個測量點）與過往香港大學 664 測量點收集的數據 (Leung et al. 1998)一同分析。在減去宇宙射線部份後，今天的平均室內伽瑪空氣吸收劑量率為 0.182 微戈瑞／小時，較香港大學的測量結果（0.200 微戈瑞／小時）約低 10%。網格點的室內伽瑪空氣吸收劑量率（Din）由合併兩組測量數據得出。Din 在 0.141 微戈瑞／小時至 0.267 微戈瑞／小時之間，平均為 0.199 微戈瑞／小時。圖十一顯示 Din 的頻率分佈。圖十二顯示全港 Din 之地域分佈情況。Din 的面積加權平均和人口加權平均分別為 0.200 微戈瑞／小時及 0.200 微戈瑞／小時。Din 和 Df 比率為 2.29。

Din 偏高可能因為香港建築物多採用混凝土作建築材料及它們密集的分佈。建築物內的部份單位面積非常細小。當然，現在的資料還不能確定偏高的原因是受到建築物料的放射性物質的影響，還是受到周圍建築物分佈的影響（如鄰近建築物的影響）。

在採用了聯合國原子輻射效應科學委員會（1993）建議的 0.7 希沃特/戈瑞 和 1 希沃特/戈瑞的系數分別將陸地伽瑪輻射和宇宙輻射轉換成有效劑量，及 0.2 作為室外居留因子後，室外及室內陸地伽瑪輻射的總全年有效劑量分別計算為 0.11 毫希沃特和 0.98 毫希沃特。室外及室內受宇宙射線所產生的有效劑量則分別為 0.07 毫希沃特 和 0.19 毫希沃特。

## 5.2 土壤樣本的放射性核素含量

表一列示鉀-40、鈾-238、鐳-226 及鈾-232 在 20 個土壤樣本（乾土壤）的活度濃度。鉀-40、鈾-238、鐳-226 及鈾-232 的面積加權平均值與 Yu et al.(1992) 的報告相近。香港的數值也和廣東省其他城市的結果接近（曾慶卓 等 1995）。

| 網格  | 鉀-40(貝可/千克) |      | 鈾-238(貝可/千克) |      | 鐳-226(貝可/千克) |      | 鈾-232(貝可/千克) |      |
|-----|-------------|------|--------------|------|--------------|------|--------------|------|
|     | 活度濃度        | 標準誤差 | 活度濃度         | 標準誤差 | 活度濃度         | 標準誤差 | 活度濃度         | 標準誤差 |
| 1   | 276.7       | 2.6  | 159.2        | 9.0  | 87.2         | 0.9  | 125.9        | 2.0  |
| 6   | 1242.5      | 5.1  | 145.9        | 10.9 | 119.6        | 1.2  | 195.9        | 2.6  |
| 15  | 152.9       | 1.7  | 38.6         | 5.8  | 24.0         | 0.5  | 69.7         | 1.4  |
| 19  | 1327.2      | 5.2  | 133.1        | 10.9 | 99.3         | 1.1  | 219.2        | 2.8  |
| 22  | 1148.9      | 5.0  | 133.8        | 11.8 | 131.5        | 1.2  | 241.1        | 2.9  |
| 24  | 436.1       | 3.1  | 87.2         | 8.0  | 62.0         | 0.8  | 102.9        | 1.9  |
| 27  | 563.5       | 3.2  | 94.6         | 7.0  | 65.0         | 0.8  | 67.0         | 1.5  |
| 30  | 98.7        | 1.3  | 30.6         | 4.2  | 28.0         | 0.4  | 19.6         | 0.8  |
| 46  | 852.0       | 4.1  | 98.8         | 7.6  | 69.9         | 0.8  | 88.9         | 1.8  |
| 46  | 671.8       | 3.9  | 95.6         | 9.0  | 80.7         | 1.0  | 126.2        | 2.2  |
| 61  | 558.0       | 3.8  | 162.4        | 9.4  | 120.7        | 1.1  | 118.1        | 2.1  |
| 81  | 1336.2      | 5.0  | 110.1        | 8.7  | 67.4         | 0.9  | 119.1        | 2.0  |
| 88  | 310.1       | 2.6  | 95.1         | 7.3  | 58.2         | 0.8  | 76.4         | 1.7  |
| 95  | 237.0       | 2.4  | 109.5        | 8.5  | 75.9         | 0.9  | 116.3        | 2.0  |
| 96  | 546.1       | 3.8  | 73.4         | 8.8  | 29.5         | 0.8  | 107.7        | 2.2  |
| 100 | 223.7       | 2.4  | 92.4         | 8.1  | 63.8         | 0.8  | 100.2        | 1.9  |
| 101 | 643.8       | 3.6  | 112.9        | 8.2  | 62.2         | 0.8  | 105.8        | 2.0  |
| 102 | 782.7       | 4.1  | 108.7        | 8.6  | 57.4         | 0.8  | 119.8        | 2.0  |
| 103 | 432.0       | 3.1  | 57.0         | 5.9  | 39.8         | 0.6  | 49.9         | 1.4  |
| -   | 1226.1      | 5.1  | 126.4        | 10.2 | 94.8         | 1.1  | 166.3        | 2.5  |
| 平均  | 653         |      | 103          |      | 72           |      | 117          |      |
| 最高  | 1336        |      | 162          |      | 132          |      | 241          |      |
| 最低  | 99          |      | 31           |      | 24           |      | 20           |      |

表一：二十個土壤樣本的鉀-40、鈾-238、鐳-226 及鈾-232 的活度濃度。

### 5.3 總結

今次研究香港環境輻射水平的發現總結於以下的表二：

| 室外伽瑪空氣吸收劑量 (Df)     |               | 街道伽瑪空氣吸收劑量 (Ds)     |                     |       | 室內伽瑪空氣吸收劑量率 (Din)   |                     |        |
|---------------------|---------------|---------------------|---------------------|-------|---------------------|---------------------|--------|
| 調查年份 1999           |               | 調查年份 1999           |                     |       | 調查年份 1993 及 1999    |                     |        |
| 測量地點數目 42           |               | 測量地點數目 61           |                     |       | 測量地點數目 718          |                     |        |
| 平均<br>( $\mu$ Gy/h) | 範圍<br>(Mgy/h) | 平均<br>( $\mu$ Gy/h) | 範圍<br>( $\mu$ Gy/h) | Ds/Df | 平均<br>( $\mu$ Gy/h) | 範圍<br>( $\mu$ Gy/h) | Din/Df |
| 0.087               | 0.051-0.123   | 0.179               | 0.135-0.229         | 2.06  | 0.199               | 0.141-0.267         | 2.29   |

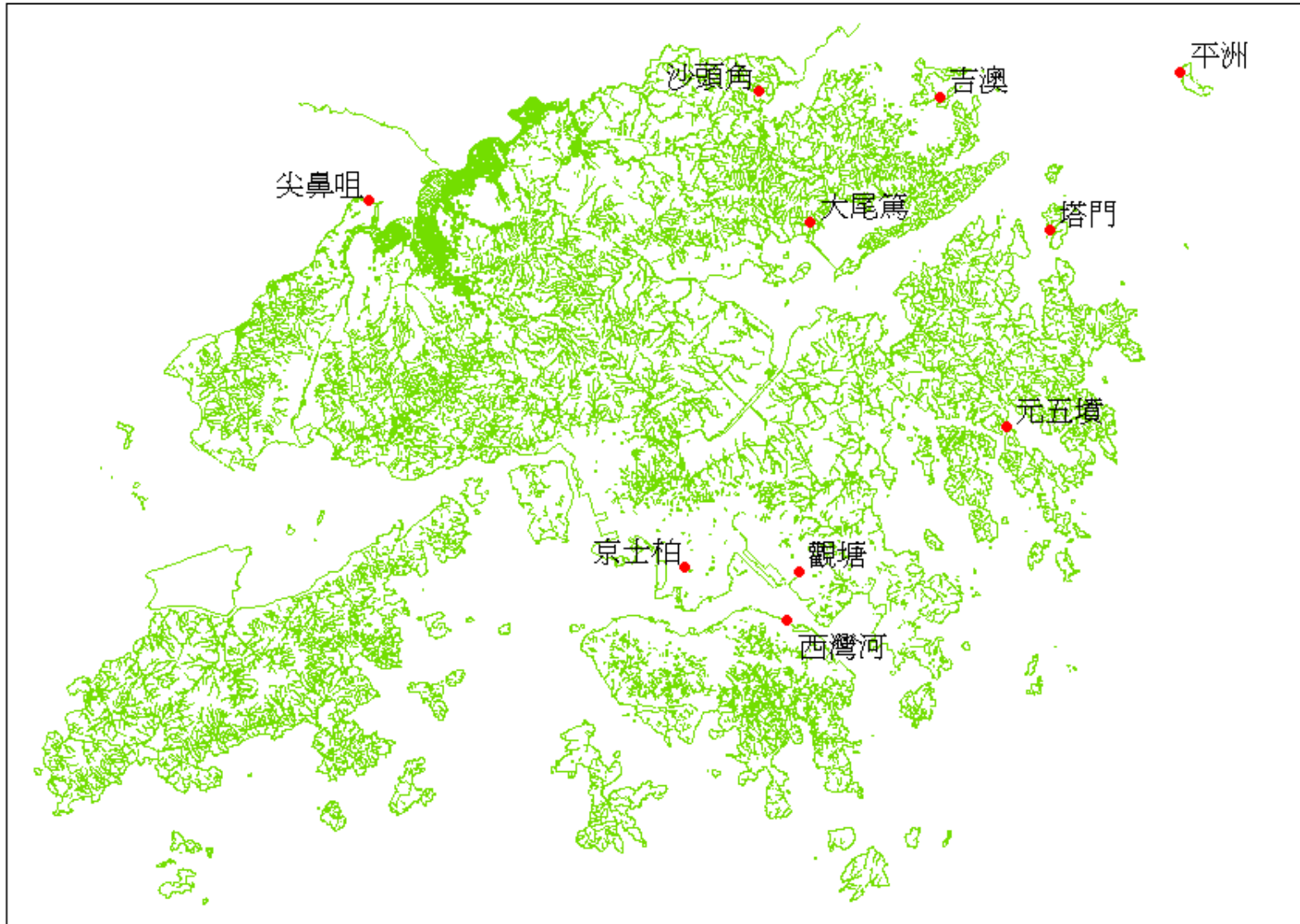
表二：一九九九年的香港環境輻射水平研究的總結



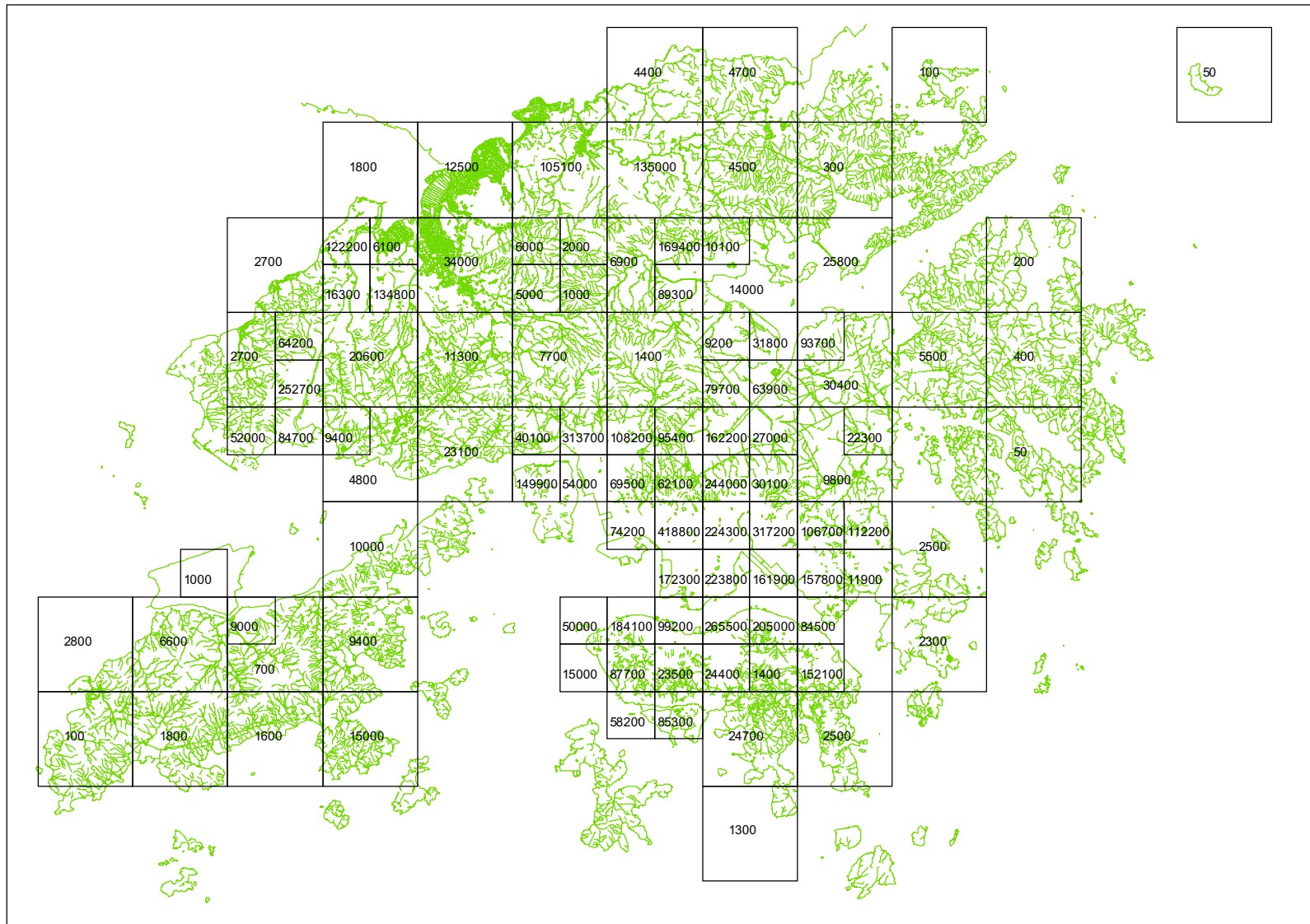
## 參考文獻

- |                                       |           |  |
|---------------------------------------|-----------|--|
| 何振芸，羅國楨，黃家矩                           | 1992      | 全國環境天然放射水平調查研究（1983-1990）概況，輻射防護，第十二卷，第二期，第 81-95 頁  |
| Hong Kong Observatory                 | 1998      | Environmental Radiation Monitoring in Hong Kong: Annual Report 1997, Technical Report No. 16, Hong Kong Observatory                |
| Hong Kong Observatory                 | 1998(a-1) | Environmental Radiation Monitoring in Hong Kong: Ambient Gamma Radiation Levels, Hong Kong Observatory ( January to December 1998) |
| Hong Kong Observatory                 | 1999      | Environmental Radiation Monitoring in Hong Kong: Ambient Gamma Radiation Levels January 1999, Hong Kong Observatory                |
| Leung, J.K.C, M.Y.W. Tso and C.W. Ho, | 1998      | Behavior of Rn-222 and its Progeny in High-rise Buildings, Health Physics, Health Physics, Vol.75 No.3 pp.303-312                  |
| Royal Observatory, Hong Kong          | 1993      | Environmental Radiation Monitoring in Hong Kong: Radioactivity Bulletin 1992, Technical Report No. 10, Hong Kong Observatory       |
| Royal Observatory, Hong Kong          | 1994      | Environmental Radiation Monitoring in Hong Kong: Radioactivity Bulletin 1993, Technical Report No. 11, Hong Kong Observatory       |
| Royal Observatory, Hong Kong          | 1995      | Environmental Radiation Monitoring in Hong Kong: Radioactivity Bulletin 1994, Technical Report No. 12, Hong Kong Observatory       |
| Royal Observatory, Hong Kong          | 1996      | Environmental Radiation Monitoring in Hong Kong: Annual Report 1995, Technical Report No. 13, Hong Kong Observatory                |
| Royal Observatory, Hong Kong          | 1997      | Environmental Radiation Monitoring in Hong Kong: Annual Report 1996, Technical Report No. 15, Hong Kong Observatory                |
| 談根洪，李翠琴，李明，鍾秉照                        | 1995      | 中國環保局，中國環境天然放射性水平，廣東省天然貫穿輻射調查研究，第 506-515 頁  |

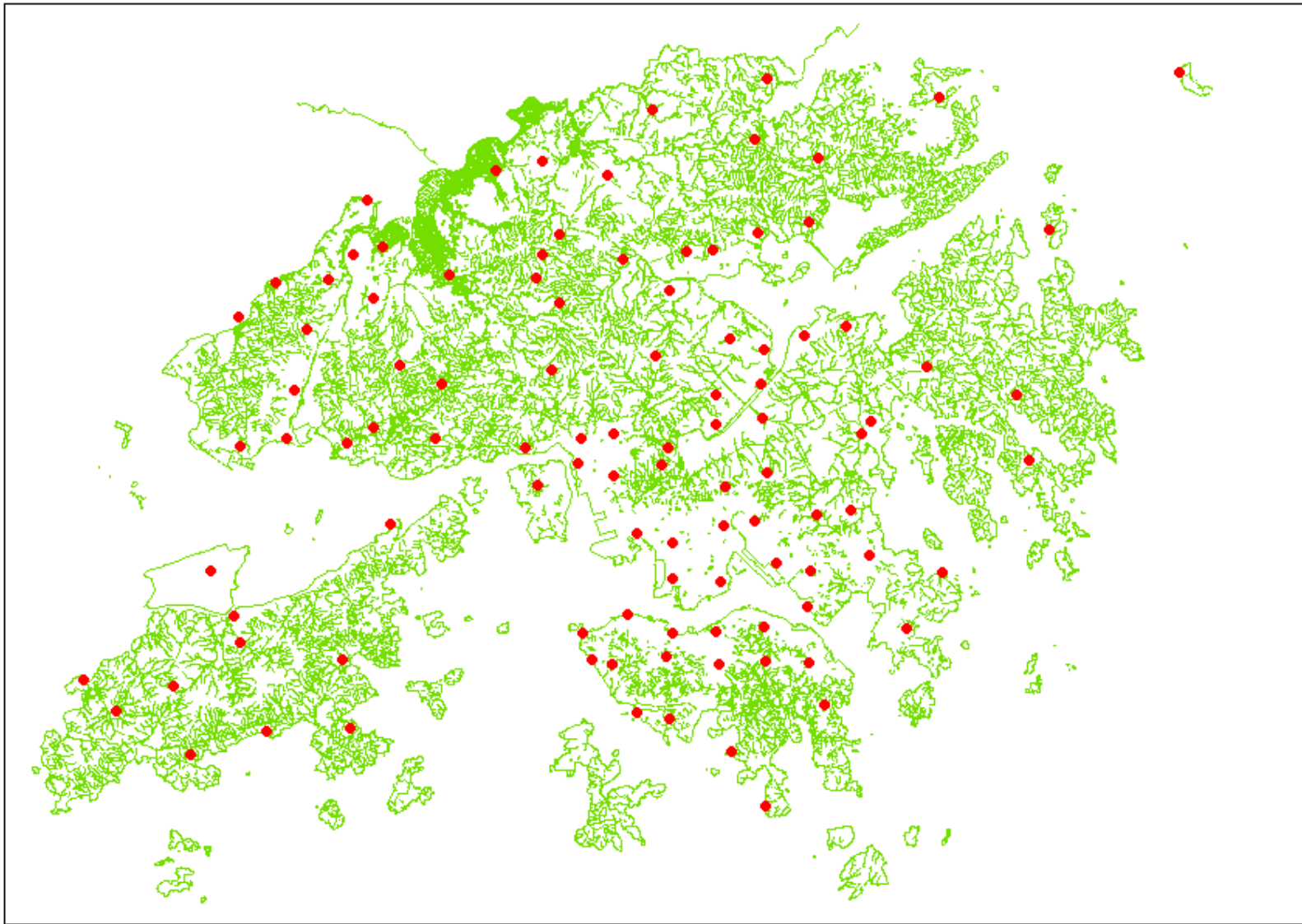
- |   |      |   |
|---|------|---|
| Tso, M.Y.W. and C.C. Li                           | 1992 | Terrestrial Gamma Radiation Dose in Hong Kong, Health Physics, Vol.62 No.11 pp.77-81  |
| Tsui, K.C., M.C. Wong and B.Y. Lee                | 1991 | Field estimation of cosmic contribution to total external gamma radiation in Hong Kong Environmental Monitoring, Hong Kong, Technical Report No. 4, Hong Kong Observatory |
| UNSCEAR   | 1988 | Ionization Radiation Sources and Biological Effect, Reports of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Ionization Radiation (New York: United Nations)  |
| UNSCEAR   | 1993 | Ionization Radiation Sources and Biological Effect, Reports of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Ionization Radiation (New York: United Nations)  |
| Yu, K.N., Z.J. Guan, M.J. Stokes and E.C.M. Young | 1992 | The assessment of the Natural Radiation Dose Committed to the Hong Kong People, Journal of Environmental Radioactivity, Vol. 17 pp.31-48                                  |
| 曾慶卓，陳聯光，鄭偉  | 1995 | 中國環保局，中國環境天然放射性水平調查研究，廣東省土壤中天然放射性核素含量調查研究，第 516-518 頁   |



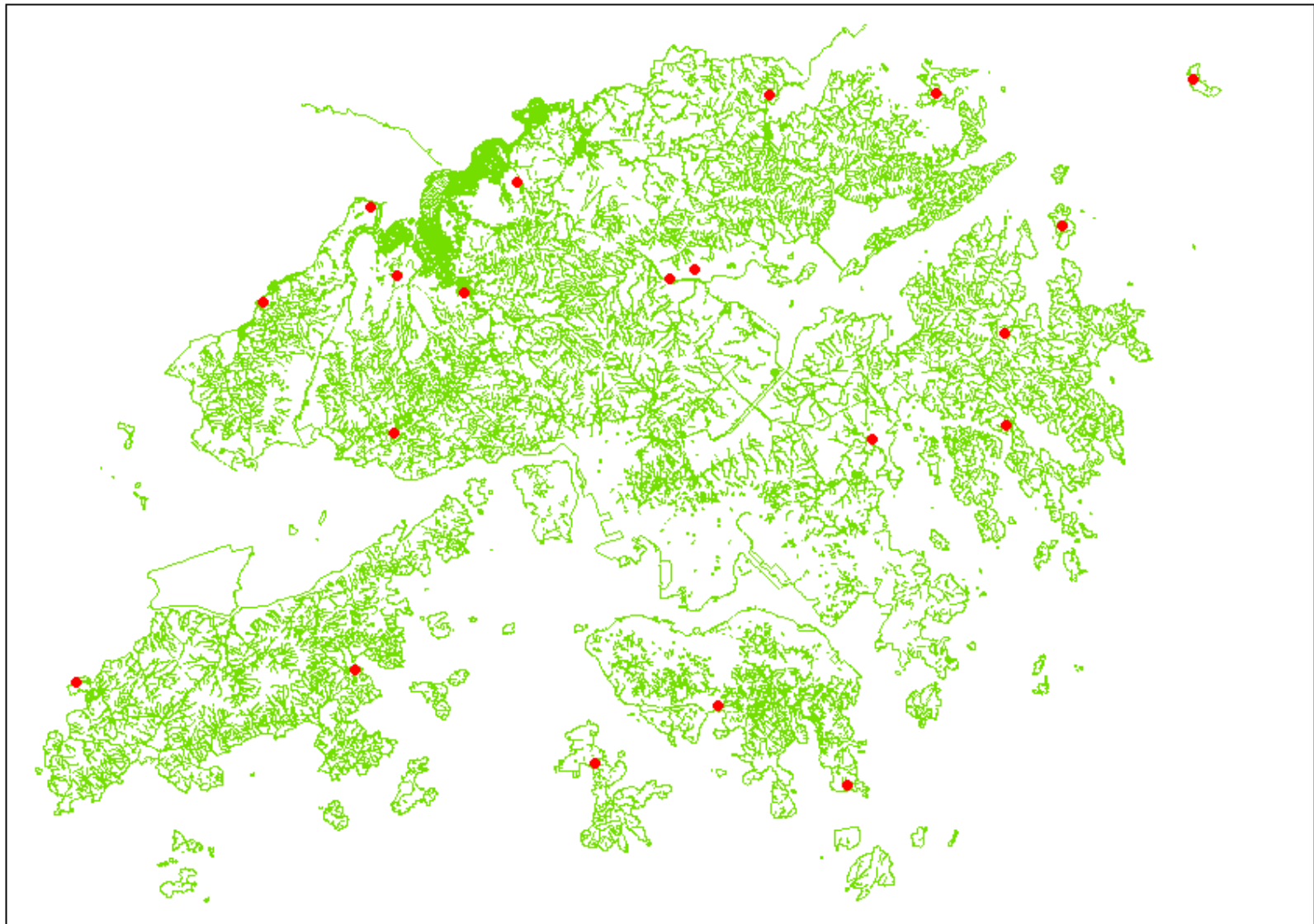
圖一. 輻射監測站分佈



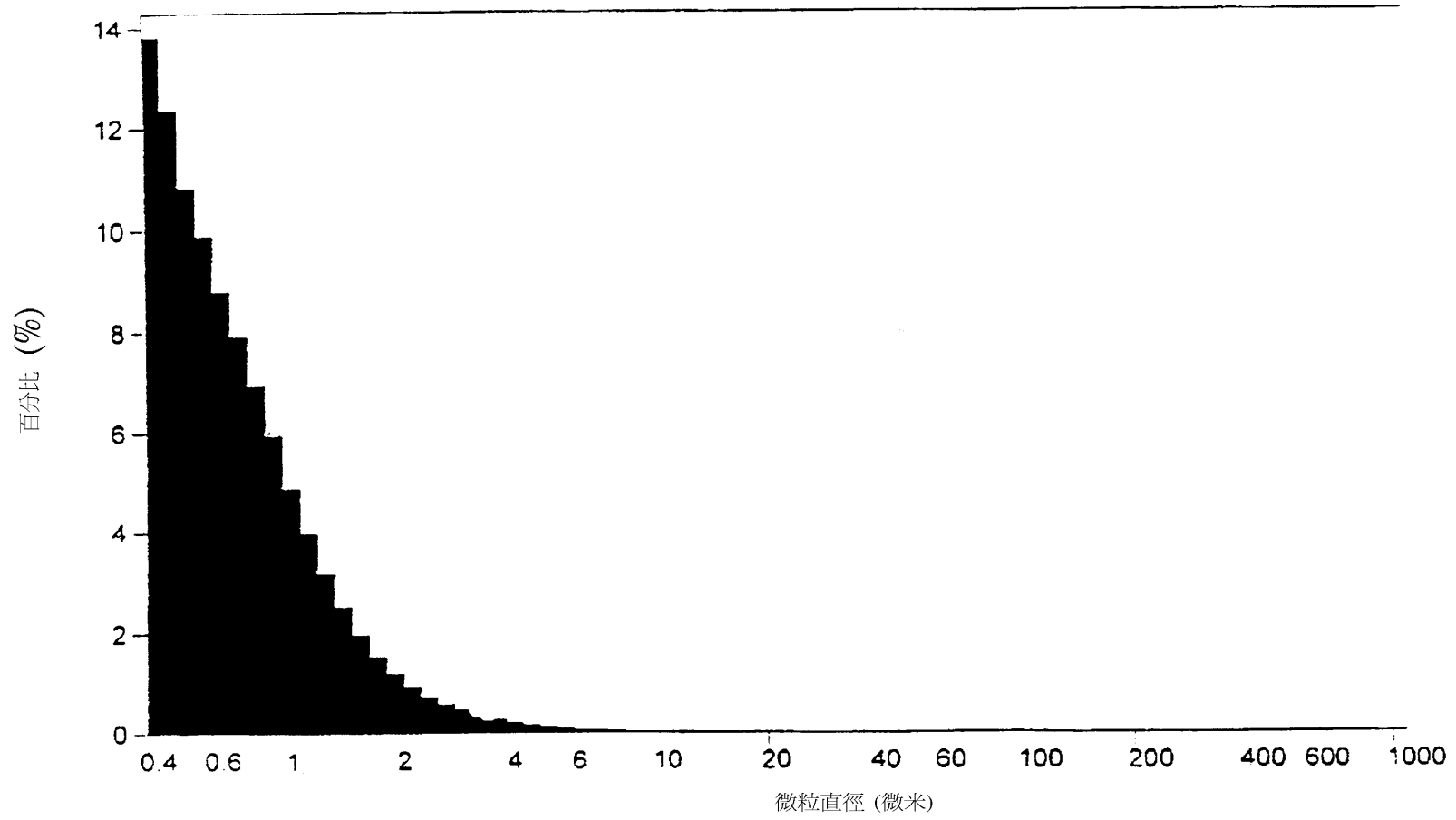
圖二. 香港輻射普查之網格及人口分佈



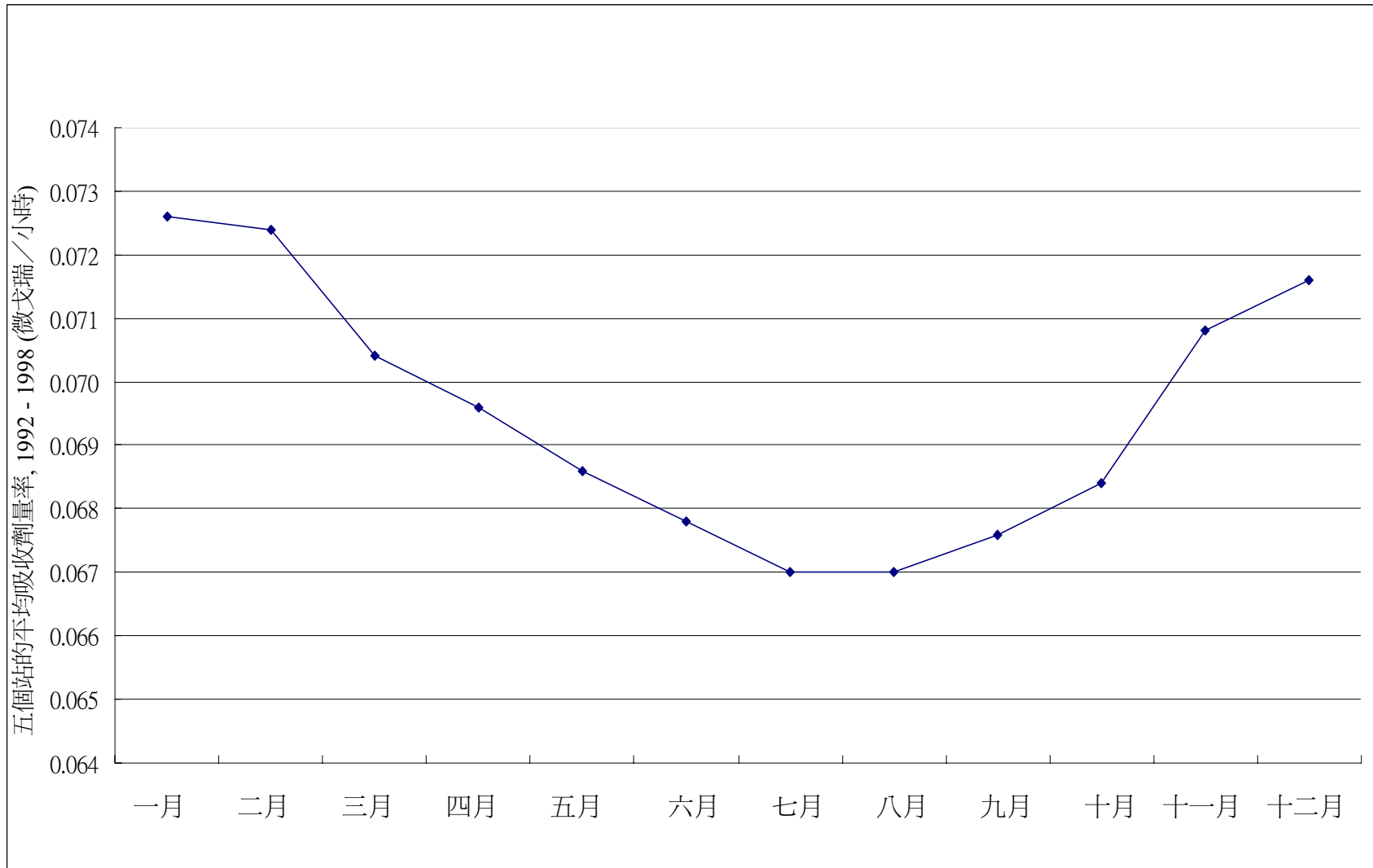
圖三. 香港室外及街道伽瑪空氣吸收劑量率測量點位置



圖四. 香港二十個土壤樣本收集點位置

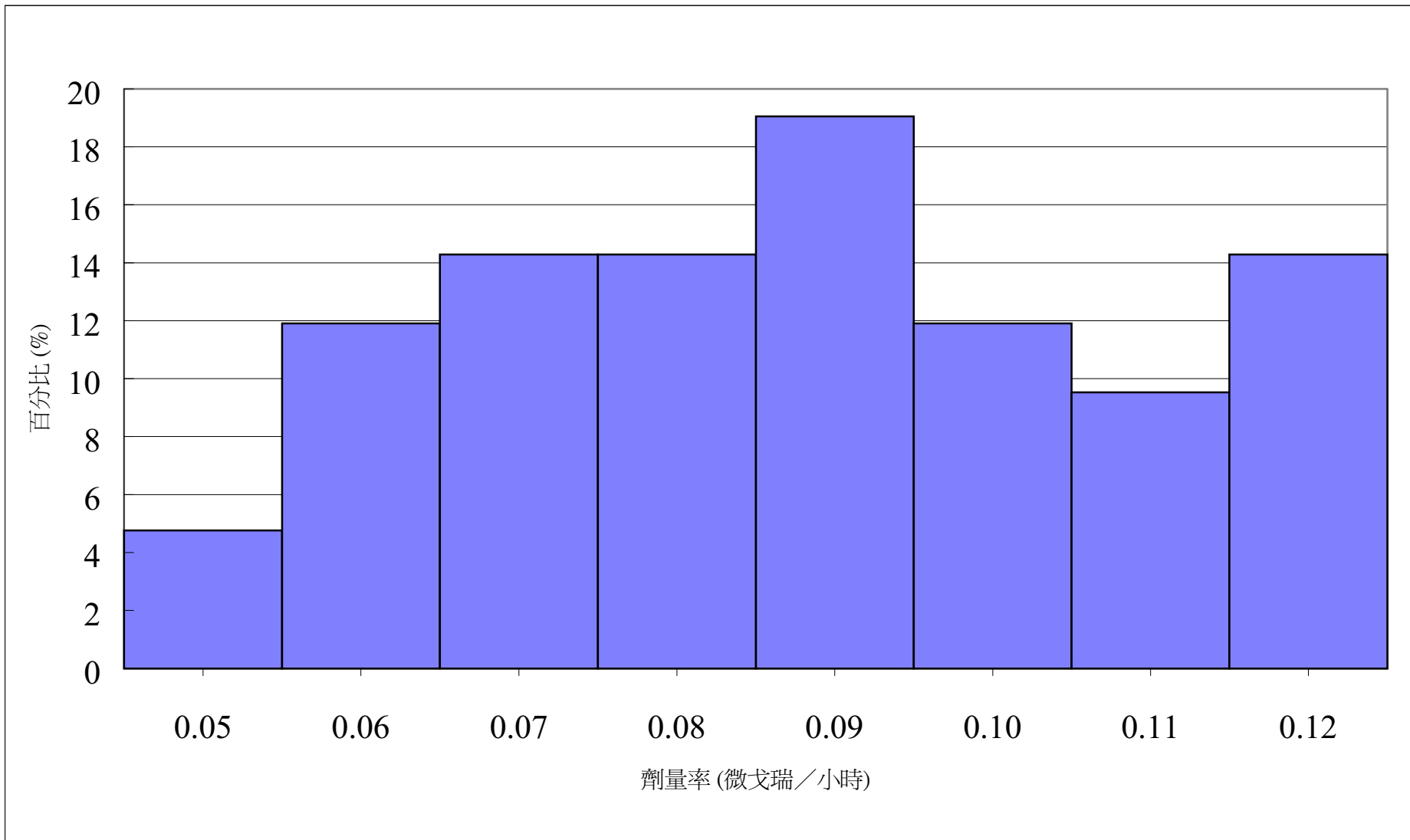


圖五. 土壤樣本之典型尺碼譜

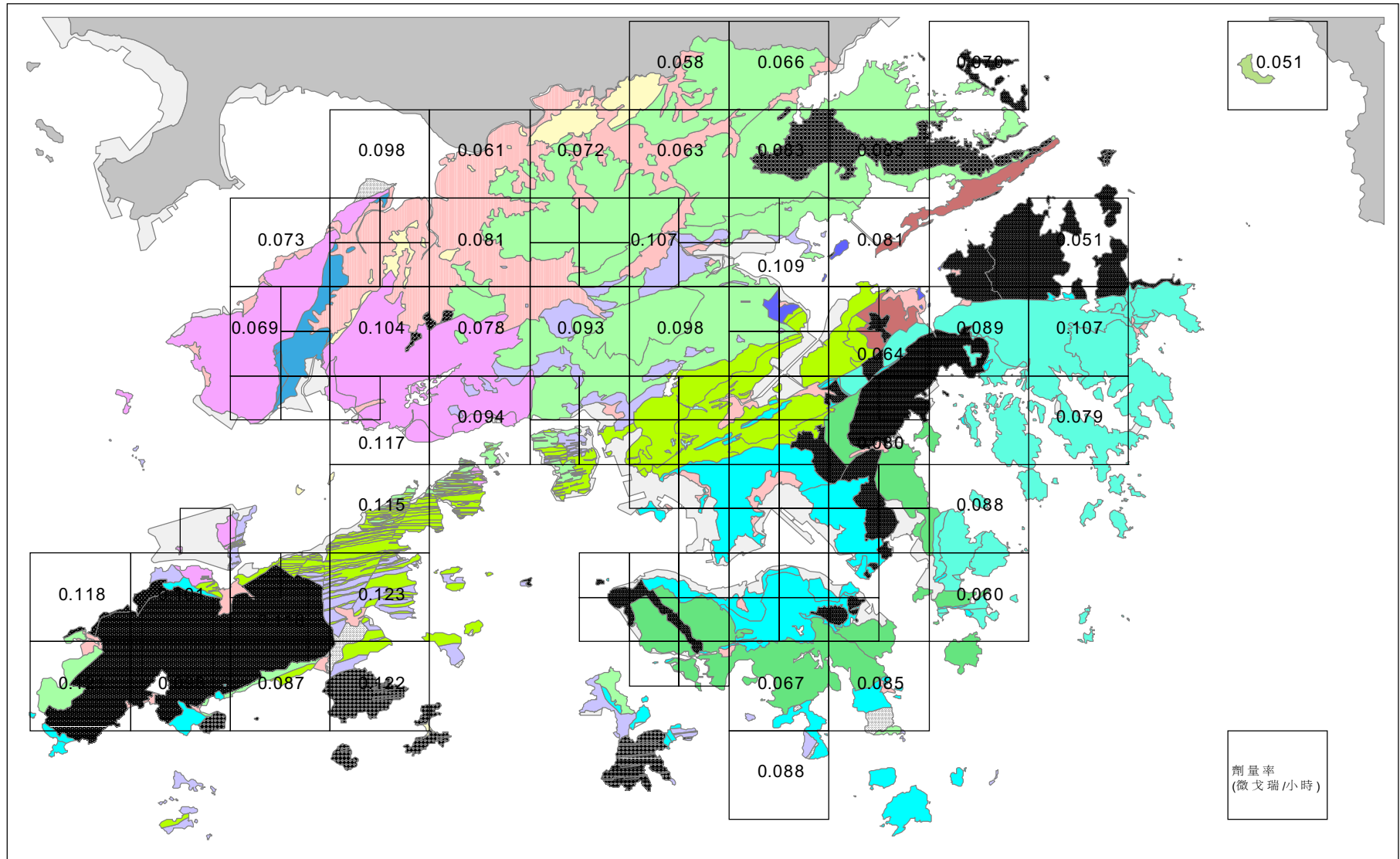


圖六. 香港室外伽瑪空氣吸收劑量率的季節變化

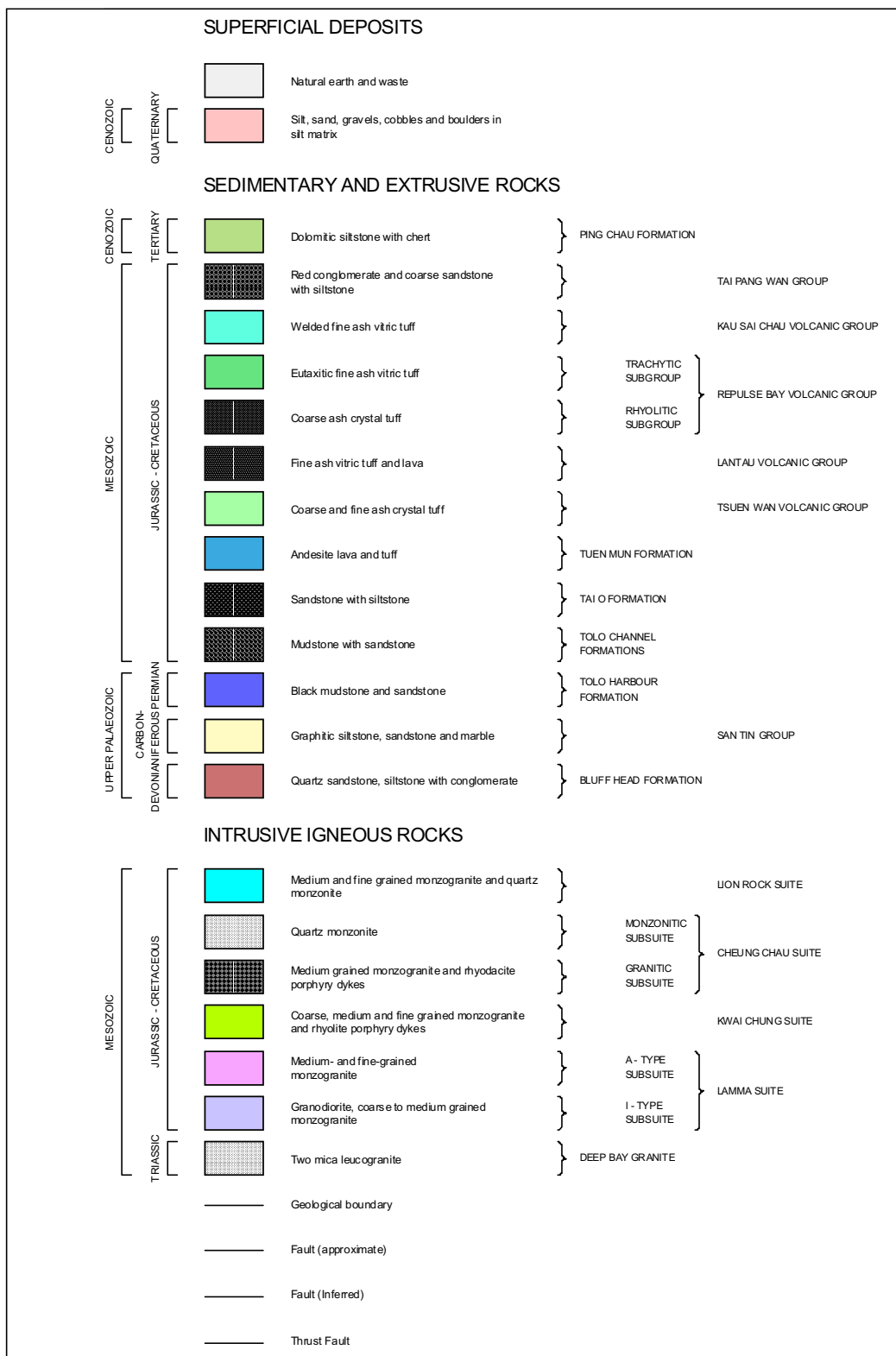




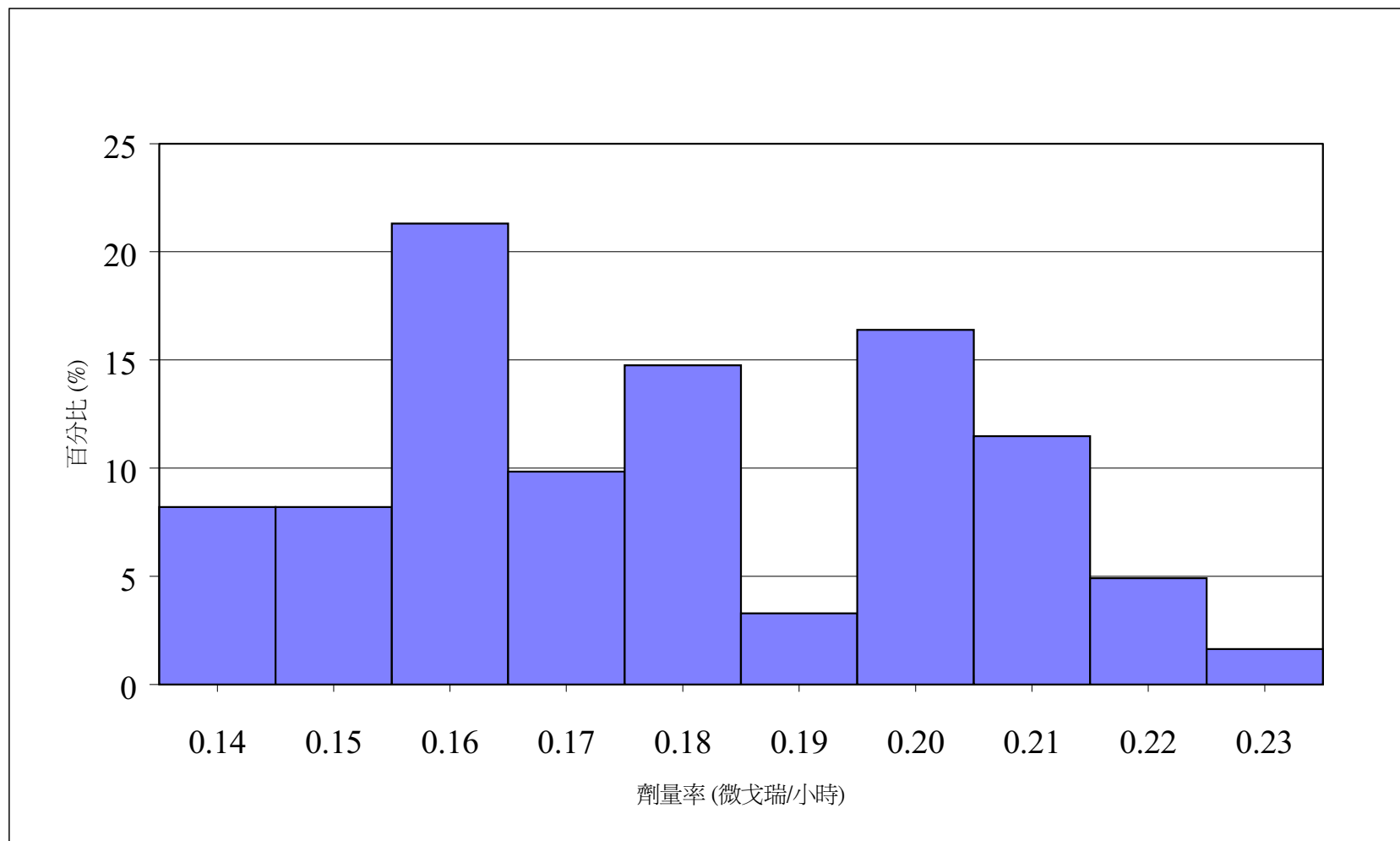
圖七. 香港室外伽瑪空氣吸收劑量率頻率分佈



圖八甲. 香港室外伽瑪空氣吸收劑量率地域分佈和地質資料

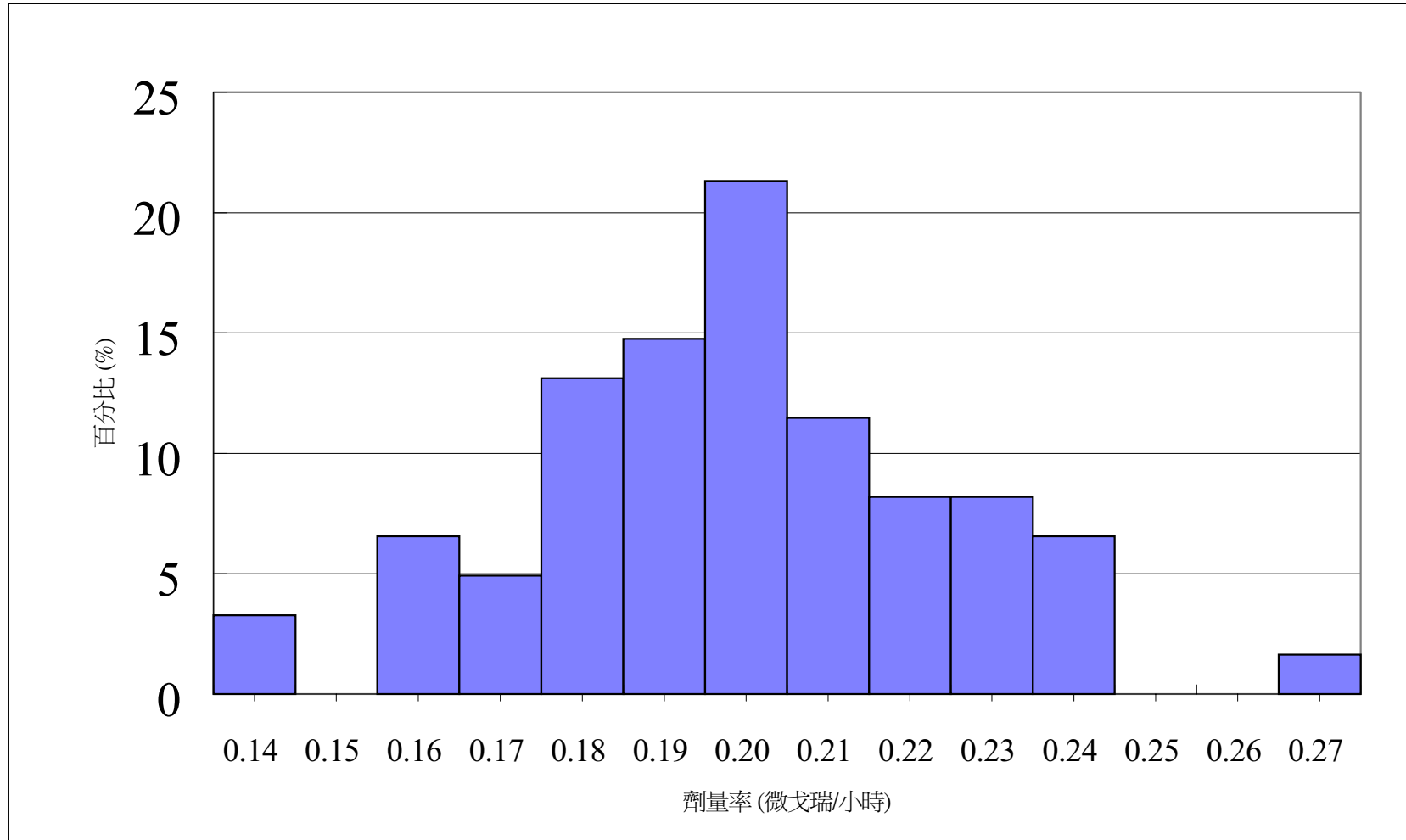


圖八乙. 香港地質資料圖例說明 (圖八甲)

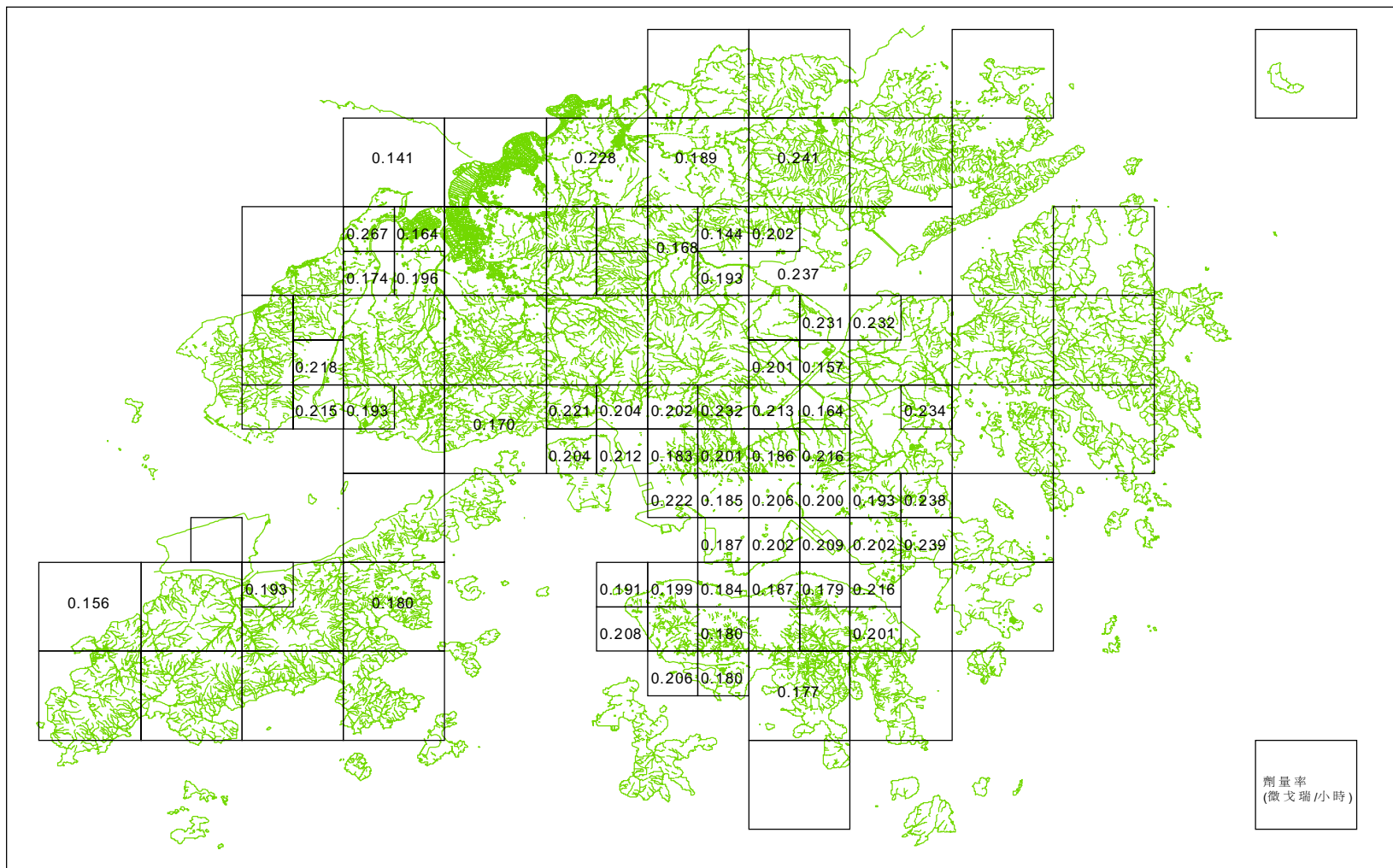


圖九. 香港街道伽瑪空氣吸收劑量率頻率分佈





圖十一. 香港室內伽瑪空氣吸收劑量率頻率分佈



圖十二. 香港室內伽瑪空氣吸收劑量率地域分佈