

實驗結果

根據上述 γ 分配的假設與回顧選擇權評價的概念，撰寫了雨量回顧選擇權的程式碼，如下：

```
%hisrain 歷史參數估計
fid=fopen('rain7.txt');
data=fscanf(fid,'%f');
data=reshape(data,[5 279]);
rain=zeros(100,5);
rand('seed',0);
for i=1:5
    index=mod(ceil(rand(100,1)*1000),279);
    index1=find(index==0);
    index(index1)=279;
    rain(:,i)=data(index(:,i));
end
average=sum(rain)/100;
variance=var(rain,0,1);
b=variance./average;
a=average./b;
```

這一部分的程式目的在於估計出歷史雨量分配的參數 α 、 β ，我們從中央氣象局的官網取出 2004~2012 年，共計九年的五月及七月每日累積雨量，再分別從各月份 279 筆資料中抽出 100 筆樣本取平均數與變異數，根據伽瑪分配的平均數與變異數公式可分別算出 α 、 β ，如下表。

各地估計雨量分配參數						
		台北	台中	台南	花蓮	澎湖
5 月	α	0.1830	0.1078	0.0531	0.2280	0.0727
	β	38.1422	34.7311	101.1429	19.1785	25.4239
7 月	α	0.1380	0.0838	0.1363	0.0861	0.0383
	β	49.4135	144.2992	83.7328	121.5380	238.4243

由伽瑪分配參數的定義，可得知 α 為形狀參數，影響 p.d.f. 圖形之陡峭程度， α 值越小圖形越陡峭；而 β 為尺度參數，影響圖形之散佈程度。觀察上表，可以發現不論五月或是七月，台北與花蓮之 α 值皆偏大，代表資料在 0 的分佈較小，符合現實狀況中台北與花蓮在五個地區當中降雨量較多的情況；相反地，澎湖在兩月份當中的 α 值皆最小，表示資料在 0 的分佈越陡峭，即機率較高的意思，

也符合大眾對澎湖少雨的既定印象。接著，可發現各地方七月的 β 值皆較五月的大，可以說明颱風季帶來的豪大雨量遠遠超過梅雨季，所以資料的散佈更廣， β 值也就越大。藉由上述的分析， α 、 β 值皆能符合台灣降雨的現實狀況，因此，可以說明雨量服從伽瑪分配的假設大致上沒有什麼嚴重的問題。

利用歷史抽樣法估計出參數值之後，便可假設雨量分配服從伽瑪分佈，因此，代入估計出的 α 、 β ，便可分別模擬五月與七月的每日累積雨量。模擬與選擇權評價的程式碼如下：

```
%gammarand 雨量之gamma分配模擬與選擇權評價
s = RandStream('mt19937ar','seed',0);
RandStream.setDefaultStream(s);
defaultStream = RandStream.getDefaultStream;
K=200;
r=0.01355;
price1=zeros(1,5);
price2=zeros(1,5);
price3=zeros(1,5);
for i=1:5
    savedState = defaultStream.State;
    rainmat1=gamrnd(a(i),b(i),[100000 31]);
    defaultStream.State = savedState;
    rainmat2=gamrnd(a(i),b(i),[100000 31])+1;
    defaultStream.State = savedState;
    rainmat3=gamrnd(a(i),b(i),[100000 31])-1;
    rainmax1=max(rainmat1,[],2);
    rainmax2=max(rainmat2,[],2);
    rainmax3=max(rainmat3,[],2);
    payoff1=max(rainmax1-K,0);
    payoff2=max(rainmax2-K,0);
    payoff3=max(rainmax3-K,0);
    price1(i)=mean(payoff1)*exp(-r*(1/12))*100;
    price2(i)=mean(payoff2)*exp(-r*(1/12))*100;
    price3(i)=mean(payoff3)*exp(-r*(1/12))*100;
```

此部分的程式主要分為兩部分，第一部分為每日雨量的模擬，我們將估計出的 α 、 β 代入伽瑪分配的公式中，接著，利用 **matlab** 內建的伽瑪分配隨機函式建出十萬筆五月與七月 31 天之每日累積雨量。再來，找出每個月當中最大日累積雨量，並與執行雨量做比較算出選擇權的報酬，再將此報酬用台灣銀行一年定期存款利率作折現，算出雨量買權的價值。下面兩個表格便是針對不同執行雨量

算出的回顧買權價格，其中，執行雨量的訂定是根據中央氣象局的雨量分級定義：

1. 大雨(heavy rain)：指 24 小時累積雨量達 50 毫米以上，且其中至少有 1 小時雨量達 15 毫米以上之降雨現象。
2. 豪雨(extremely heavy rain)：指 24 小時累積雨量達 130 毫米以上之降雨現象。
3. 大豪雨(torrential rain)：指 24 小時累積雨量達 200 毫米以上。

算出的價格整理如下：

不同 K 值之五月雨量回顧買權價格					
	台北	台中	台南	花蓮	澎湖
K=50	2163.90	974.37	4778.93	342.23	249.40
K=130	195.66	62.10	1688.64	3.42	6.74
K=200	23.29	6.22	693.50	0.02	0.33

不同 K 值之七月雨量回顧買權價格					
	台北	台中	台南	花蓮	澎湖
K=50	2944.58	11697.90	7620.81	9455.11	12634.11
K=130	443.80	6078.96	2678.60	4352.26	7844.09
K=200	83.63	3312.00	1003.86	2150.05	5218.67

觀察上述兩表，可以發現當執行雨量越高，買權價格越低，符合一般買權與執行價格之間反向的關係。再者，比較五月與七月買權價格的表後，可以觀察到七月的買權價格皆較五月來得高，歸因於台灣七月是颱風盛行的季節，雨量波動度較大，因此，買權價值因高波動度而提升。不過，各地方買權的價格關係並不固定，因為各地方每月的降雨情況不盡相同，就拿台北與澎湖為例，五月的買權價格，台北為 2163.9 元，高於澎湖的 249.4 元，此大小關係可以從梅雨季對各地方影響的程度來說明，澎湖因地形的關係，本就是少雨的地方，五月的梅雨季其實對降雨量的影響不大；然而，七月的颱風季，因為熱帶氣旋帶來的雨量非常充沛，一旦形成颱風對全台灣的降雨量皆有很大的貢獻，澎湖的降雨量因颱風而波動度提升，由估計出的 β 值可發現澎湖七月散佈程度超越台北，因此，選擇權的價格飆高。

資料來源：

八八水災損失統計

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%85%AB%E5%85%AB%E6%B0%B4%E7%81%BD>

國外氣候選擇權發展

<http://www.esunbank.com.tw/about/902.essay>

中央氣象局雨量分級定義 <http://www.cwb.gov.tw/V7/observe/rainfall/define.htm>

GAMMA 分佈介紹 <http://www.stat.nuk.edu.tw/prost/Web/pdf9.htm>