

# <기상통계학 과제 3>

학과 : 대기환경과학과

과목 : 기상통계학

담당 교수님 : 정일웅 교수님

이름 : 조준호

학번 : 20220587

## <사용한 자료>

- 전 지구 (Land) 월 아노말리 자료 1901년 ~ 2000년
- 전 지구 (ocean) 월 아노말리 자료 1901년 ~ 2000년
- 전 지구 (Land + ocean) 연 아노말리 자료 1910년 ~ 2000년
- 아시아 지역 (Land + ocean) 연 아노말리 자료 1910년 ~ 2000년

## <사용한 도구>

- Fortran
- gnuplot
- 미국 NCEI 사이트  
(<https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/climate-at-a-glance/global/time-series>)

## <Fortran 계획 형식 및 코드>

1901년 ~ 2000년의 전 지구 (Land or ocean) 월 아노말리 자료를 다양한 방식으로 나누어 1901~, 1930~, 1950~, 1970~, 1980~, 1990~ 의 6가지 중 하나를 선택 후 그 자료에 대한 선형 회귀분석과 다양한 데이터 값들을 출력한다.

포트란 a.exe 형식)

```
[Land] -> 1 | [Ocean] -> 2
1
[1901] -> 1 | [1930] -> 2 | [1950] -> 3
[1970] -> 4 | [1980] -> 5 | [1990] -> 6
1
```

그 후 자동으로 gnuplot을 이용하여 그 시기의 선형 회귀분석 그래프를 그린다.

## <자료 해석 방식>

100년간 12달의 모든 자료의 개수는 1200개로 각각 아노말리의 x축 좌표 값을 1~1200으로 계산했다.

## <포트란 코드 및 gnuplot 코드>

! linear regression analysis (Global Land and Ocean Temperature Anomalies)

```
integer :: n
real,allocatable,dimension(:)::x,y,yex
real :: xmean,ymean,cov,sx,sy,r,T,B,al,Mean_cal
real :: SSR,SSE,SST,MSR,MSE,MST,Fsta,Ta,Tb,se,sa,sb
real(kind=selected_real_kind(18,4931)) :: P,pcal
integer :: EDF,RDF,TDF,k,e,bo,lao
```

```
write(*,*)'[Land] -> 1 | [Ocean] -> 2 '
```

```
read(*,*)lao
```

```
write(*,*)'[1901] -> 1 | [1930] -> 2 | [1950] -> 3'
```

```
write(*,*)'[1970] -> 4 | [1980] -> 5 | [1990] -> 6'
```

```
read(*,*)n
```

```
open(1,file='land/la1901-2000.csv')
open(2,file='land/la1930-2000.csv')
open(3,file='land/la1950-2000.csv')
open(4,file='land/la1970-2000.csv')
open(5,file='land/la1980-2000.csv')
open(6,file='land/la1990-2000.csv')
open(7,file='ocean/oc1901-2000.csv')
open(8,file='ocean/oc1930-2000.csv')
open(9,file='ocean/oc1950-2000.csv')
open(10,file='ocean/oc1970-2000.csv')
open(11,file='ocean/oc1980-2000.csv')
open(12,file='ocean/oc1990-2000.csv')
open(44,file='land/data/resultla.dat')
open(45,file='land/data/result30la.dat')
open(46,file='land/data/result50la.dat')
open(47,file='land/data/result70la.dat')
open(48,file='land/data/result80la.dat')
open(49,file='land/data/result90la.dat')
open(50,file='ocean/data/resultOC.dat')
open(51,file='ocean/data/result30OC.dat')
open(52,file='ocean/data/result50OC.dat')
open(53,file='ocean/data/result70OC.dat')
```

```

open(54,file='ocean/data/result800C.dat')
open(55,file='ocean/data/result900C.dat')
open(999,file='logfind.dat')

```

```

call ne(n,e,bo,lao)

```

```

allocate(x(n),y(n),yex(n))

```

```

do i = 1,n
    read(e,*)x(i),y(i)
    x(i) = i + bo
end do

```

```

xmean = Mean_cal(n,x) ; ymean = Mean_cal(n,y)
cov = covxy(x,y,xmean,ymean,n)
sx = scal(x,xmean,n)
sy = scal(y,ymean,n)
r = Rcal(cov,sx,sy)
T = Tcal(r,n)
P = Pcal(n,T)
B = beta(x,y,xmean,ymean,n)
al = acal(xmean,ymean,B)

```

```

do i = 1,n
    yex(i) = tyex(al,B,x(i))
end do

```

```

se = Secal(y,yex,n)
sa = Sacal(se,x,xmean,n)
sb = Sbcac(se,x,xmean,n)
Ta = tabcal(al,sa)
Tb = tabcal(B,sb)

```

```

call cssr(SSR,y,yex,n)
call csse(SSE,yex,ymean,n)
call csst(SST,SSR,SSE)

```

```

k = 1 !단순회귀 -> 독립변수(k) = 1
EDF = k
RDF = n-k-1

```

```

TDF = n-1
MSE = SSE/(EDF*1.0)
MSR = SSR/(RDF*1.0)
MST = SST/(TDF*1.0)
Fsta = MSE/MSR
!write

call gplot(y,al,B,n,e,bo,lao)
CALL SYSTEM('gnuplot -p plot.plt')

```

```

write(e+43,10)'xmean =' ,xmean
write(e+43,10)'ymean =' ,ymean
write(e+43,10)'covxy =' ,cov
write(e+43,10)'sx =' ,sx
write(e+43,10)'sy =' ,sy
write(e+43,10)'r =' ,r
write(e+43,10)'R =' ,r**2
write(e+43,10)'T =' ,T
write(e+43,10)'P-val =' ,P
write(e+43,10)'LRA a =' ,al
write(e+43,122)'LRA b =' ,B
write(e+43,10)'SSR =' ,SSR
write(e+43,10)'SSE =' ,SSE
write(e+43,10)'SST =' ,SST
write(e+43,10)'MSR =' ,MSR
write(e+43,10)'MSE =' ,MSE
write(e+43,10)'MST =' ,MST
write(e+43,11)'EDF =' ,EDF
write(e+43,11)'RDF =' ,RDF
write(e+43,11)'TDF =' ,TDF
write(e+43,10)'Fsta =' ,Fsta
write(e+43,10)'se =' ,se
write(e+43,10)'sa =' ,sa
write(e+43,10)'sb =' ,sb
write(e+43,10)'ta =' ,ta
write(e+43,10)'tb =' ,tb

```

```

call write_anova(EDF,RDF,TDF,SSE,SSR,SST,MSE,MSR,MST,Fsta,e)

```

```

!format

```

```
10    format(a15,f15.4)
11    format(a15,i10)
122   format(a15,f15.8)
```

```
end
```

```
! function & subroutine
```

```
function Mean_cal(n,x) result(xm)
    integer::n
    real,dimension(n)::x
    real :: xm
    xm = 0
    do i = 1,n
        xm = x(i) + xm
    end do
    xm = xm/(n*1.0)
```

```
end
```

```
function covxy(x,y,xm,ym,n) result(f)
    real::xm,ym
    integer :: n
    real,dimension(n)::x,y
    f = 0
    do i = 1,n
        f = (x(i) - xm)*(y(i)-ym) + f
    end do
```

```
    f = f/((n-1)*1.0)
```

```
end
```

```
function scal(x,xm,n) result(f)
    real::xm,f
    integer :: n
    real,dimension(n)::x
    f = 0
    do i = 1,n
        f = (x(i) - xm)**2 + f
    end do
```

```

        f = sqrt(f/((n-1)*1.0))
end

```

```

function Secal(y,yex,n) result(f)
    real :: f,t
    integer :: n
    real,dimension(n)::y,yex

    t = 0
    do i = 1,n
        t = (y(i)-yex(i))**2 + t
    end do

    f = (1/((n-2)*1.0)) * t
    f = sqrt(f)
end

```

```

function Sacal(se,x,xm,n) result(f)
    real :: se,xm,f,T,H
    integer :: n
    real,dimension(n) :: x

    T = 0; H = 0;
    do i = 1,n
        T = x(i)**2 + T
        H = (x(i)-xm)**2 + H
    end do

    f = se*(T/((n*1.0)*H))

```

```

end

```

```

function Sbcac(se,x,xm,n) result(f)
    real :: se,xm,f,T
    integer :: n
    real,dimension(n) :: x

    T = 0
    do i = 1,n
        T = (x(i)-xm)**2 + T
    end do

```

```

        f = se / sqrt(T)
end

```

```

function Tcal(r,n) result(f)
    real :: f,r
    integer :: n
    f = r*sqrt(((n-2)*1.0))/sqrt((1-r**2))
end

```

```

function Tabcal(a,s) result(f)
    real :: f,a,s
    f = a/s
end

```

```

function Rcal(c,x,y) result(f)
    real :: c,x,y,f
    f = c/(x*y)
end

```

```

function Pcal(n,T) result(f)
    integer :: n,v
    real,parameter :: pi = 4. * atan(1.)
    real :: T
    real(kind=selected_real_kind(18,4931)) :: f
    v = n-2
    f = gamma((v + 1.0d0)/2.0d0)/(gamma(v/2.0d0)*sqrt(v * pi))/sqrt((1.0d0 +
(T*T/v))*(v+1.0d0))
end

```

```

function beta(x,y,xm,ym,n) result(f)
    real,dimension(n)::x,y
    integer :: n
    real :: xm,ym,re1,re2
    re1 = 0; re2 = 0; f =0
    do i = 1,n
        re1 = ((x(i) - xm)*(y(i) - ym)) + re1
        re2 = (x(i) - xm)**2 + re2
    end do
    f = re1/re2
end

```



```

function acal(xm,ym,b) result(f)
    real :: b,xm,ym
    f = ym - (b*xm)
end

```

```

function tyex(a,b,x) result(f)
    real::a,b,x
    f = a + (b*x)
end

```

```

subroutine cssr(x,y,ye,n)
    integer :: n
    real,dimension(n) :: y,ye
    real :: x
    x = 0;
    do i = 1, n
        x = (y(i) - ye(i))**2 + x
    end do
end

```

```

subroutine csse(x,ye,ym,n)
    integer :: n
    real,dimension(n) :: ye
    real :: ym,x

    x = 0;
    do i = 1, n
        x = (ye(i)-ym)**2 + x
    end do
end

```

```

subroutine csst(f,x,y)
    real :: f,x,y
    f = x + y
end

```

```

subroutine write_anova(EDF,RDF,TDF,SSE,SSR,SST,MSE,MSR,MST,Fsta,e)
    real :: SSE,SSR,SST,MSE,MSR,MST,Fsta
    integer :: EDF,RDF,TDF,e

```

```

character (len = 20):: link

      if (e == 1) link = 'land/data/ANOVA1'
      if (e == 2) link = 'land/data/ANOVA2'
      if (e == 3) link = 'land/data/ANOVA3'
      if (e == 4) link = 'land/data/ANOVA4'
      if (e == 5) link = 'land/data/ANOVA5'
      if (e == 6) link = 'land/data/ANOVA6'
      if (e == 7) link = 'ocean/data/ANOVA1'
      if (e == 8) link = 'ocean/data/ANOVA2'
      if (e == 9) link = 'ocean/data/ANOVA3'
      if (e == 10) link = 'ocean/data/ANOVA4'
      if (e == 11) link = 'ocean/data/ANOVA5'
      if (e == 12) link = 'ocean/data/ANOVA6'

open(9999,file=link)

      write(9999,100)', ' | ', 'Degrees of freedom', ' | ', 'Sum of Square', ' | ', 'Mean
Square', ' | ', 'F Statistic'

write(9999,103)'-----'
-----'
      write(9999,101)'Regression', ' | ', 'EDF', ' | ', 'SSE', ' | ', 'MSE', ' | ', 'Fsta

write(9999,103)'-----'
-----'
      write(9999,102)'Residual', ' | ', 'RDF', ' | ', 'SSR', ' | ', 'MSR', ' | '

write(9999,103)'-----'
-----'
      write(9999,102)'Total', ' | ', 'TDF', ' | ', 'SST', ' | ', 'MST', ' | '

write(9999,103)'-----'
-----'
100    format(a15,4(a3,a20))
101    format(a15,a3,i20,3(a3,f20.4))
102    format(a15,a3,i20,2(a3,f20.4),a3)
103    format(a107)

end

```

```
subroutine ne(n,e,bo,lao)
```

```
integer :: n,e,bo,lao
```

```
if ( lao == 1) then
    if(n==1)then
        n = 1200
        e = 1
        bo = 0
    else if(n==2)then
        n = 852
        e = 2
        bo = 1200 - 852
    else if(n==3)then
        n = 612
        e = 3
        bo = 1200 - 612
    else if(n==4)then
        n = 372
        e = 4
        bo = 1200 - 372
    else if(n==5)then
        n = 252
        e = 5
        bo = 1200 - 252
    else if(n==6)then
        n = 132
        e = 6
        bo = 1200 - 132
    end if
else if ( lao == 2) then
    if(n==1)then
        n = 1200
        e = 7
        bo = 0
    else if(n==2)then
        n = 852
        e = 8
        bo = 1200 - 852
    else if(n==3)then
```

```

n = 612
e = 9
bo = 1200 - 612
else if(n==4)then
n = 372
e = 10
bo = 1200 - 372
else if(n==5)then
n = 252
e = 11
bo = 1200 - 252
else if(n==6)then
n = 132
e = 12
bo = 1200 - 132
end if
end if
end

subroutine gplot(x,a,b,n,e,bo,lao)
  real,dimension(n)::x
  integer :: n,e,bo
  real :: a,b
  character (len = 12):: link
  if (lao == 1) then
    link = 'land/data/'
  else if (lao == 2) then
    link = 'ocean/data/'
  end if

  open(777,file='data.txt')
  open(888,file='plot.plt')

  do i = 1,n
    write(777,*)i+bo,x(i)
  end do

  write(888,'(a)')set title "linear regression analysis (Global Temperature
Anomalies)""
  write(888,'(a)')set nokey'
  write(888,'(a)')set grid'

```

```

write(888,'(a)')'set ylabel "anomaly"
write(888,'(a)')'set xlabel "year/month count"
write(888,'(a)')'m="data.txt"
write(888,'(a)')'set style line 11 lc rgb "#808080" lt 1'
write(888,'(a)')'set border 3 back ls 11'
write(888,'(a)')'set tics nomirror'
write(888,'(a)')'set style line 12 lc rgb "#808080" lt 0 lw 1'
write(888,'(a)')'set grid back ls 12'
write(888,'(a)')'set term png size 1000,600'
write(888,'(a,i4,a,i4,a)')'set xrange ['bo,':',1200,']'
write(888,'(a,a,i2,a)')'set output "",link,e,.png"
write(888,200)'plot m using 1:2 pt 1 ps 1 lt 1 lw 1,'a','+',b,'*x'

```

```

200    format(a57,f15.4,a1,f15.8,a2)

```

```

end

```

## <분석 자료>

### <linear regression analysis (Global Land Temperature Anomalies)>

<시작 연도 1901년,1930년,1950년,1970년,1980년,1990년 별 ANOVA 표>

1) 1901년 ~ 2000년				
	Degrees of freedom	Sum of Square	Mean Square	F Statistic
Regression	1	82.0754	82.0754	750.1984
Residual	1198	131.0671	0.1094	
Total	1199	213.1425	0.1778	
2) 1930년 ~ 2000년				
	Degrees of freedom	Sum of Square	Mean Square	F Statistic
Regression	1	31.9518	31.9518	280.6967
Residual	850	96.7557	0.1138	
Total	851	128.7075	0.1512	
3) 1950년 ~ 2000년				
	Degrees of freedom	Sum of Square	Mean Square	F Statistic
Regression	1	35.3936	35.3936	325.2395
Residual	610	66.3821	0.1088	
Total	611	101.7757	0.1666	
4) 1970년 ~ 2000년				
	Degrees of freedom	Sum of Square	Mean Square	F Statistic
Regression	1	19.4989	19.4989	183.4198
Residual	370	39.3337	0.1063	
Total	371	58.8326	0.1586	
5) 1980년 ~ 2000년				
	Degrees of freedom	Sum of Square	Mean Square	F Statistic
Regression	1	4.9265	4.9265	44.2310
Residual	250	27.8452	0.1114	
Total	251	32.7716	0.1306	
6) 1990년 ~ 2000년				
	Degrees of freedom	Sum of Square	Mean Square	F Statistic
Regression	1	1.0788	1.0788	8.6176
Residual	130	16.2736	0.1252	
Total	131	17.3523	0.1325	

[1901년 ~ 2000년]

```
xmean = 600.5000
ymean = 0.0001
covxy = 90.6715
  sx = 346.5554
  sy = 0.4216
  r = 0.6205
  R = 0.3851
  T = 27.3897
P-val = NaN
LRA a = -0.4532
LRA b = 0.00075496
  SSR = 131.0671
  SSE = 82.0754
  SST = 213.1425
  MSR = 0.1094
  MSE = 82.0754
  MST = 0.1778
  EDF = 1
  RDF = 1198
  TDF = 1199
Fsta = 750.1984
  se = 0.3308
  sa = 0.0011
  sb = 0.0000
  ta = -410.5417
  tb = 27.3898
```

[1930년 ~ 2000년]

```
xmean = 774.5000
ymean = 0.1307
covxy = 47.6855
  sx = 246.0954
  sy = 0.3889
  r = 0.4982
  R = 0.2483
  T = 16.7540
P-val = NaN
LRA a = -0.4791
LRA b = 0.00078737
  SSR = 96.7557
  SSE = 31.9518
  SST = 128.7075
  MSR = 0.1138
  MSE = 31.9518
  MST = 0.1512
  EDF = 1
  RDF = 850
  TDF = 851
Fsta = 280.6967
  se = 0.3374
  sa = 0.0043
  sb = 0.0000
  ta = -110.8353
  tb = 16.7540
```

[1950년 ~ 2000년]

```
xmean = 894.5000
ymean = 0.1831
covxy = 42.5553
  sx = 176.8128
  sy = 0.4081
  r = 0.5897
  R = 0.3478
  T = 18.0344
P-val = NaN
LRA a = -1.0345
LRA b = 0.00136121
  SSR = 66.3821
  SSE = 35.3936
  SST = 101.7757
  MSR = 0.1088
  MSE = 35.3936
  MST = 0.1666
  EDF = 1
  RDF = 610
  TDF = 611
Fsta = 325.2395
  se = 0.3299
  sa = 0.0144
  sb = 0.0001
  ta = -72.0566
  tb = 18.0343
```

[1970년 ~ 2000년]

```
xmean = 1014.5000
ymean = 0.3277
covxy = 24.6521
  sx = 107.5314
  sy = 0.3982
  r = 0.5757
  R = 0.3314
  T = 13.5433
P-val = NaN
LRA a = -1.8352
LRA b = 0.00213198
  SSR = 39.3337
  SSE = 19.4989
  SST = 58.8326
  MSR = 0.1063
  MSE = 19.4989
  MST = 0.1586
  EDF = 1
  RDF = 370
  TDF = 371
Fsta = 183.4198
  se = 0.3260
  sa = 0.0791
  sb = 0.0002
  ta = -23.2008
  tb = 13.5433
```

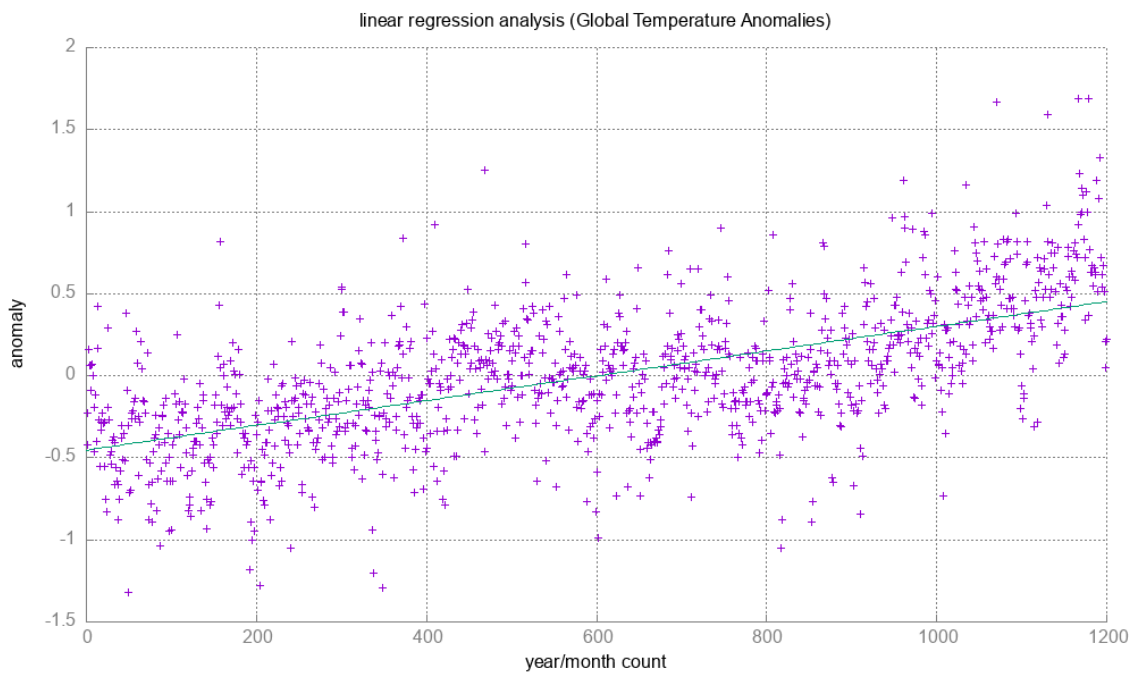
[1980년 ~ 2000년]

```
xmean = 1074.5000
ymean = 0.4640
covxy = 10.2118
  sx = 72.8903
  sy = 0.3613
  r = 0.3877
  R = 0.1503
  T = 6.6506
P-val = 0.0000
LRA a = -1.6012
LRA b = 0.00192204
  SSR = 27.8452
  SSE = 4.9265
  SST = 32.7716
  MSR = 0.1114
  MSE = 4.9265
  MST = 0.1306
  EDF = 1
  RDF = 250
  TDF = 251
Fsta = 44.2310
  se = 0.3337
  sa = 0.2903
  sb = 0.0003
  ta = -5.5165
  tb = 6.6506
```

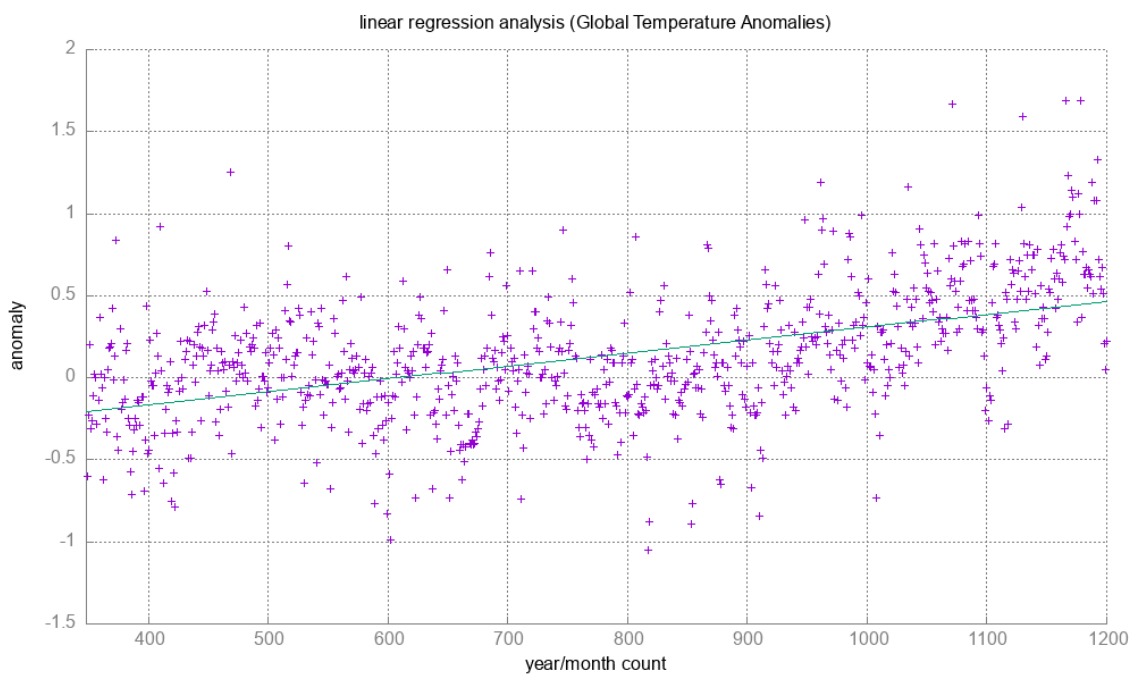
[1990년 ~ 2000년]

```
xmean = 1134.5000
ymean = 0.5839
covxy = 3.4710
  sx = 38.2492
  sy = 0.3640
  r = 0.2493
  R = 0.0622
  T = 2.9356
P-val = 0.0059
LRA a = -2.1077
LRA b = 0.00237249
  SSR = 16.2736
  SSE = 1.0788
  SST = 17.3523
  MSR = 0.1252
  MSE = 1.0788
  MST = 0.1325
  EDF = 1
  RDF = 130
  TDF = 131
Fsta = 8.6176
  se = 0.3538
  sa = 2.3788
  sb = 0.0008
  ta = -0.8861
  tb = 2.9356
```

[1901년 ~ 2000년]

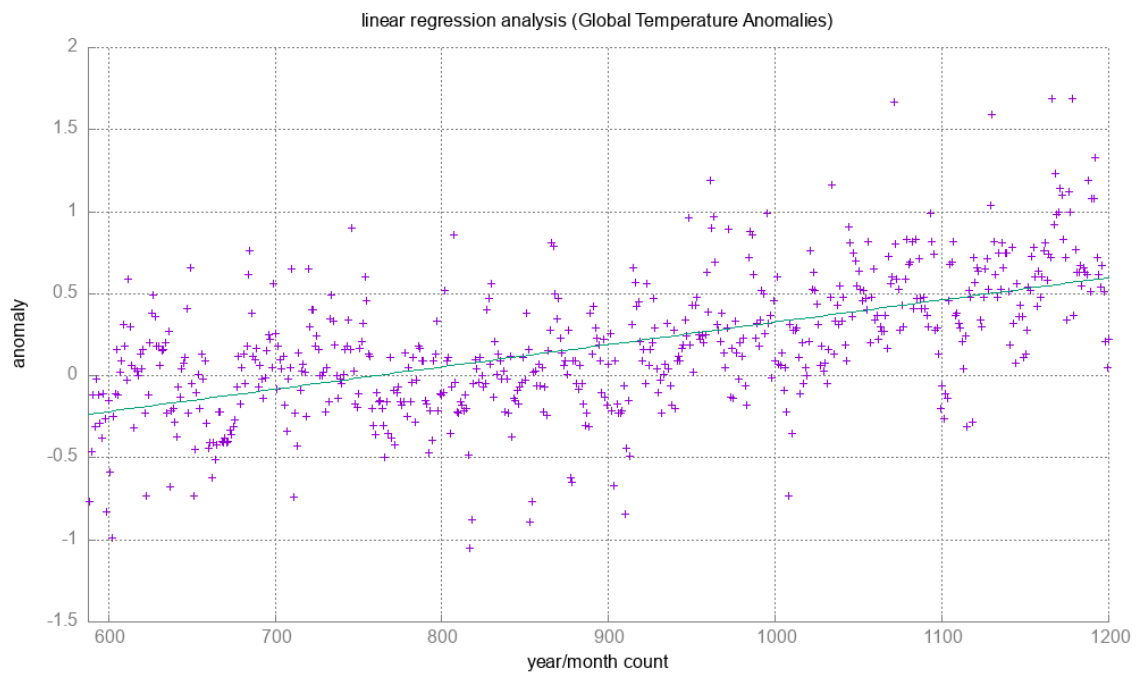


[1930년 ~ 2000년]

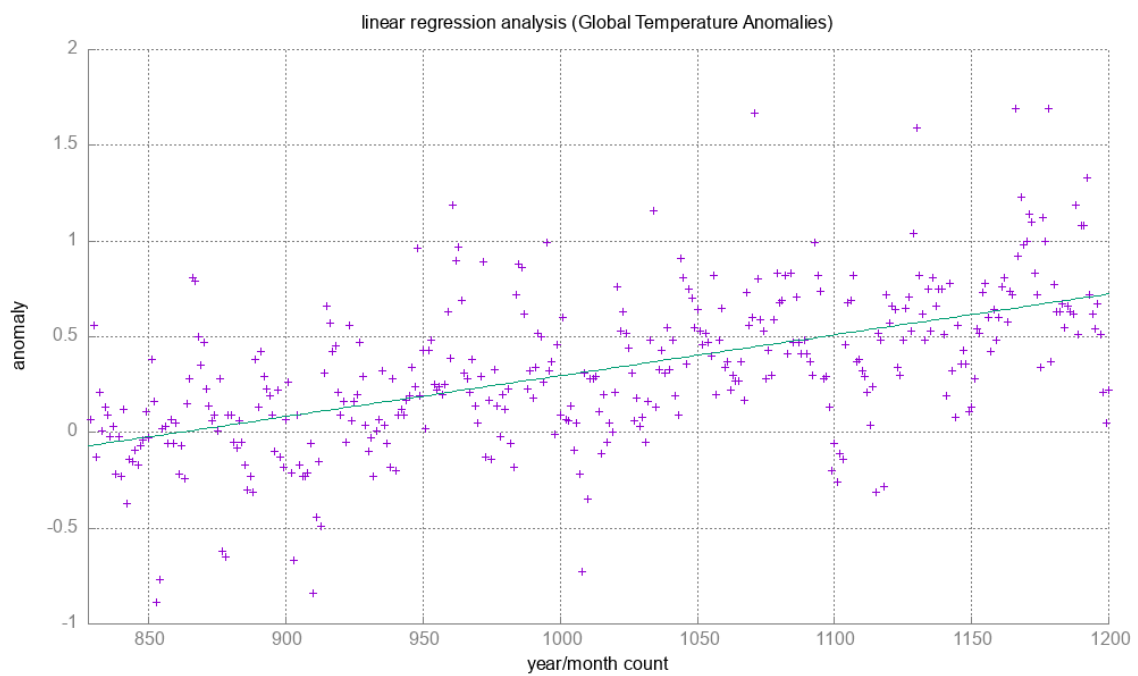




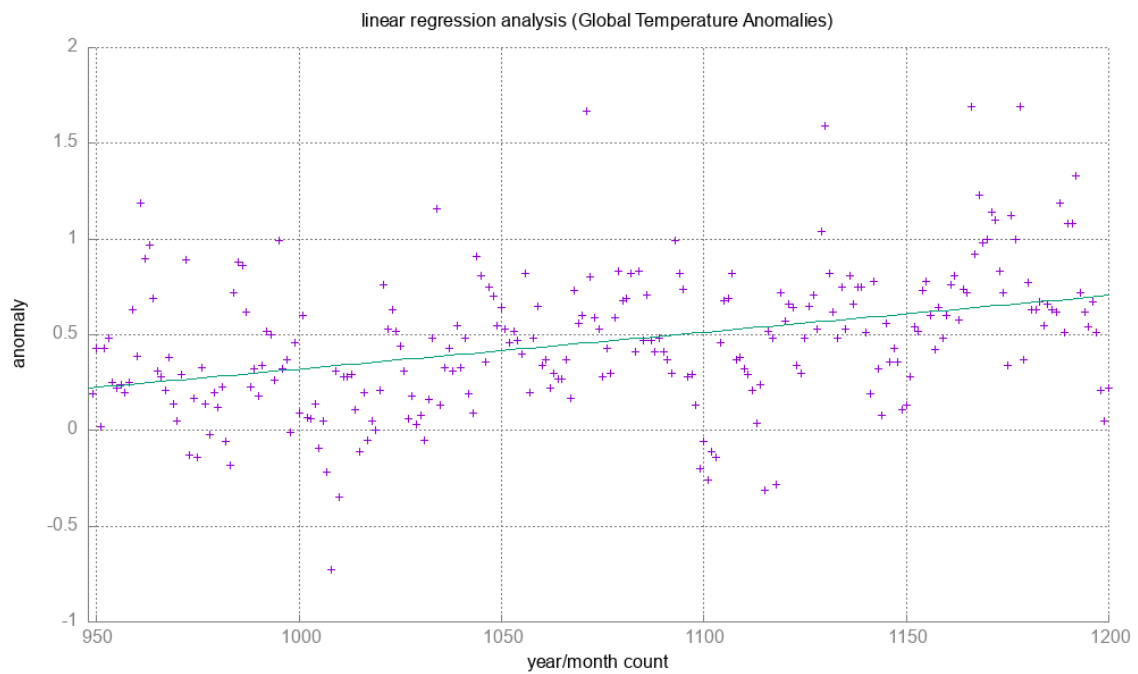
[1950년 ~ 2000년]



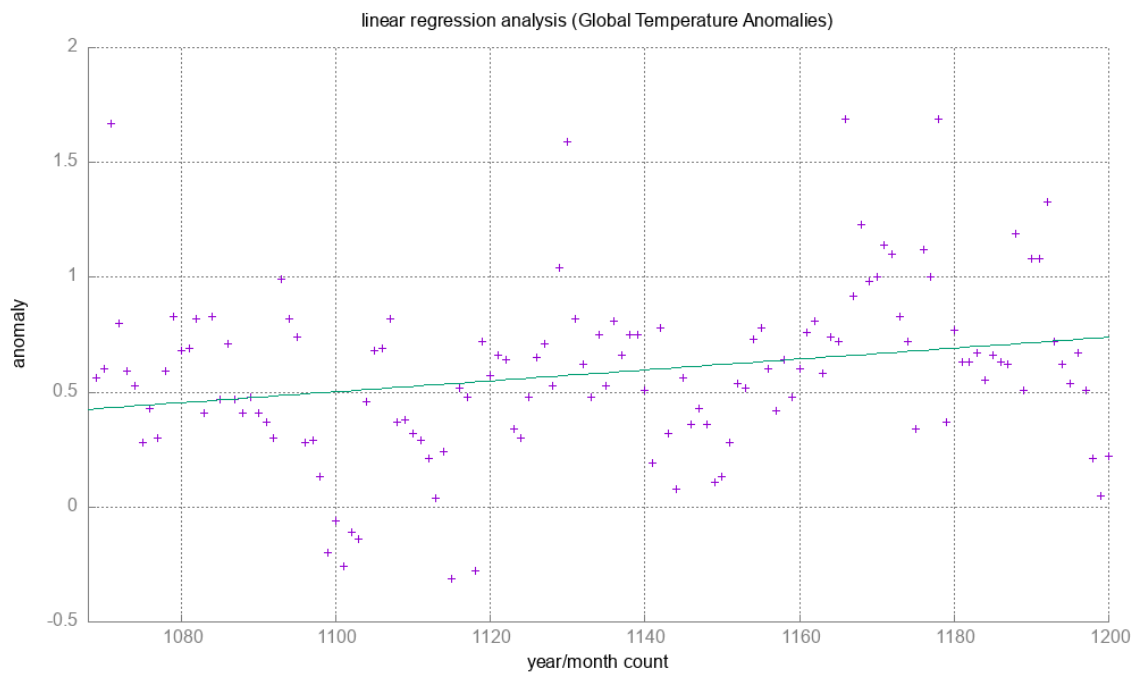
[1970년 ~ 2000년]



[1980년 ~ 2000년]



[1990년 ~ 2000년]



<linear regression analysis (Global Ocean Temperature Anomalies)>

<시작년도 1901년, 1930년, 1950년, 1970년, 1980년, 1990년 별 ANOVA 표>

1) 1901년 ~ 2000년					Degrees of freedom	Sum of Square	Mean Square	F Statistic
Regression					1	46.7918	46.7918	2673.1499
Residual					1198	20.9702	0.0175	
Total					1199	67.7621	0.0565	
2) 1930년 ~ 2000년					Degrees of freedom	Sum of Square	Mean Square	F Statistic
Regression					1	13.0365	13.0365	695.2209
Residual					850	15.9388	0.0188	
Total					851	28.9753	0.0340	
3) 1950년 ~ 2000년					Degrees of freedom	Sum of Square	Mean Square	F Statistic
Regression					1	10.3433	10.3433	881.2685
Residual					610	7.1595	0.0117	
Total					611	17.5027	0.0286	
4) 1970년 ~ 2000년					Degrees of freedom	Sum of Square	Mean Square	F Statistic
Regression					1	4.9643	4.9643	495.4407
Residual					370	3.7074	0.0100	
Total					371	8.6717	0.0234	
5) 1980년 ~ 2000년					Degrees of freedom	Sum of Square	Mean Square	F Statistic
Regression					1	0.6214	0.6214	78.0510
Residual					250	1.9903	0.0080	
Total					251	2.6117	0.0104	
6) 1990년 ~ 2000년					Degrees of freedom	Sum of Square	Mean Square	F Statistic
Regression					1	0.1239	0.1239	12.9038
Residual					130	1.2480	0.0096	
Total					131	1.3719	0.0105	

[1901년 ~ 2000년]

```
xmean = 600.5000
ymean = 0.0000
covxy = 68.4619
  sx = 346.5554
  sy = 0.2377
  r = 0.8310
  R = 0.6905
  T = 51.7023
P-val = NaN
LRA a = -0.3423
LRA b = 0.00057004
  SSR = 20.9702
  SSE = 46.7918
  SST = 67.7621
  MSR = 0.0175
  MSE = 46.7918
  MST = 0.0565
  EDF = 1
  RDF = 1198
  TDF = 1199
Fsta = 2673.1499
  se = 0.1323
  sa = 0.0004
  sb = 0.0000
  ta = -775.1439
  tb = 51.7026
```

[1930년 ~ 2000년]

```
xmean = 774.5000
ymean = 0.1066
covxy = 30.4592
  sx = 246.0954
  sy = 0.1845
  r = 0.6708
  R = 0.4499
  T = 26.3671
P-val = NaN
LRA a = -0.2829
LRA b = 0.00050293
  SSR = 15.9388
  SSE = 13.0365
  SST = 28.9753
  MSR = 0.0188
  MSE = 13.0365
  MST = 0.0340
  EDF = 1
  RDF = 850
  TDF = 851
Fsta = 695.2209
  se = 0.1369
  sa = 0.0018
  sb = 0.0000
  ta = -161.2719
  tb = 26.3670
```

[1950년 ~ 2000년]

```
xmean = 894.5000
ymean = 0.1473
covxy = 23.0049
  sx = 176.8128
  sy = 0.1693
  r = 0.7687
  R = 0.5910
  T = 29.6863
P-val = NaN
LRA a = -0.5110
LRA b = 0.00073586
  SSR = 7.1595
  SSE = 10.3433
  SST = 17.5027
  MSR = 0.0117
  MSE = 10.3433
  MST = 0.0286
  EDF = 1
  RDF = 610
  TDF = 611
Fsta = 881.2685
  se = 0.1083
  sa = 0.0047
  sb = 0.0000
  ta = -108.3699
  tb = 29.6861
```

[1970년 ~ 2000년]

```
xmean = 1014.5000
ymean = 0.2278
covxy = 12.4388
  sx = 107.5314
  sy = 0.1529
  r = 0.7566
  R = 0.5725
  T = 22.2585
P-val = NaN
LRA a = -0.8635
LRA b = 0.00107574
  SSR = 3.7074
  SSE = 4.9643
  SST = 8.6717
  MSR = 0.0100
  MSE = 4.9643
  MST = 0.0234
  EDF = 1
  RDF = 370
  TDF = 371
Fsta = 495.4407
  se = 0.1001
  sa = 0.0243
  sb = 0.0000
  ta = -35.5581
  tb = 22.2585
```

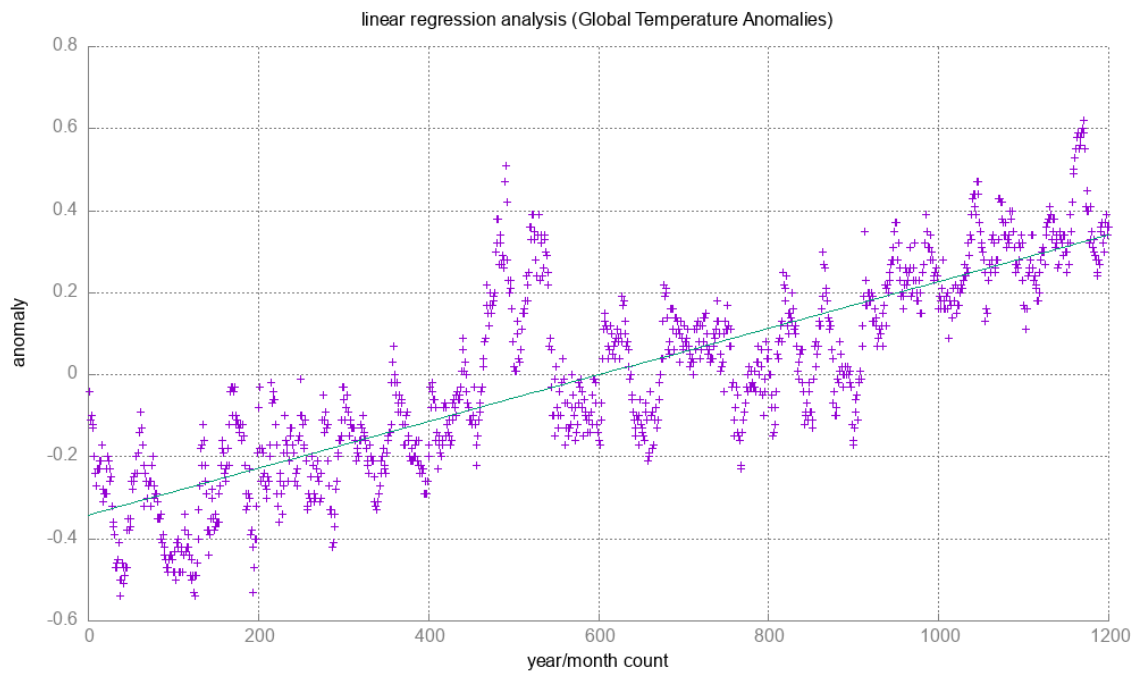
[1980년 ~ 2000년]

```
xmean = 1074.5000
ymean = 0.3022
covxy = 3.6267
  sx = 72.8903
  sy = 0.1020
  r = 0.4878
  R = 0.2379
  T = 8.8346
P-val = 0.0000
LRA a = -0.4313
LRA b = 0.00068261
  SSR = 1.9903
  SSE = 0.6214
  SST = 2.6117
  MSR = 0.0080
  MSE = 0.6214
  MST = 0.0104
  EDF = 1
  RDF = 250
  TDF = 251
Fsta = 78.0510
  se = 0.0892
  sa = 0.0776
  sb = 0.0001
  ta = -5.5576
  tb = 8.8346
```

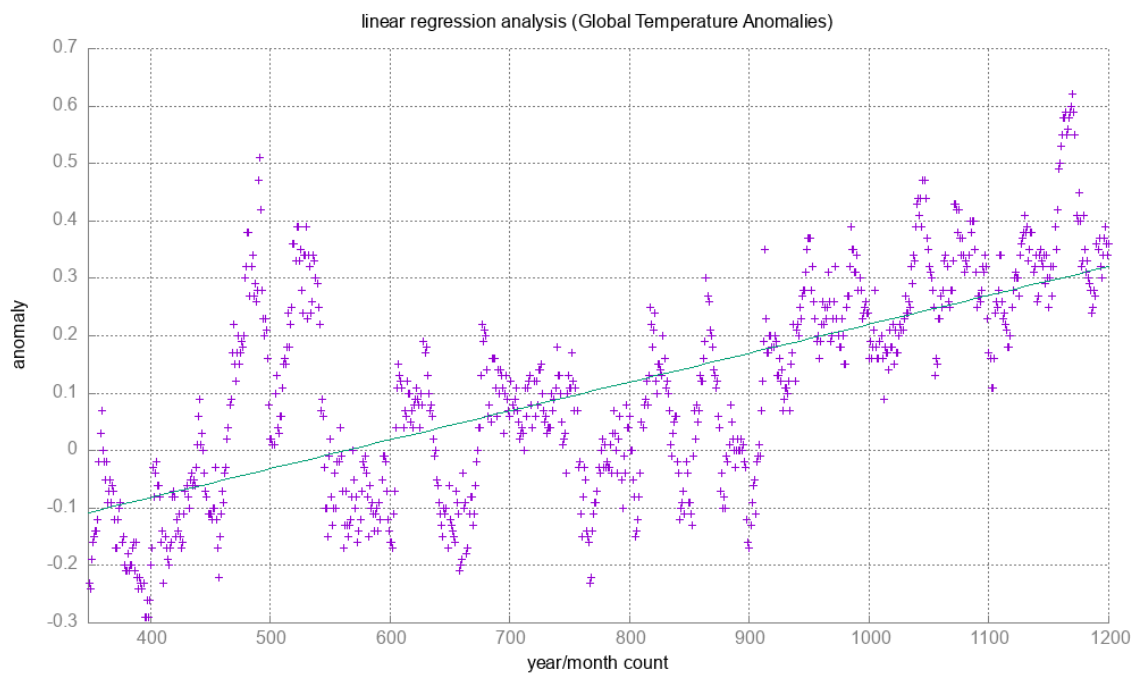
[1990년 ~ 2000년]

```
xmean = 1134.5000
ymean = 0.3439
covxy = 1.1762
  sx = 38.2492
  sy = 0.1023
  r = 0.3005
  R = 0.0903
  T = 3.5922
P-val = 0.0008
LRA a = -0.5683
LRA b = 0.00080398
  SSR = 1.2480
  SSE = 0.1239
  SST = 1.3719
  MSR = 0.0096
  MSE = 0.1239
  MST = 0.0105
  EDF = 1
  RDF = 130
  TDF = 131
Fsta = 12.9038
  se = 0.0980
  sa = 0.6588
  sb = 0.0002
  ta = -0.8626
  tb = 3.5922
```

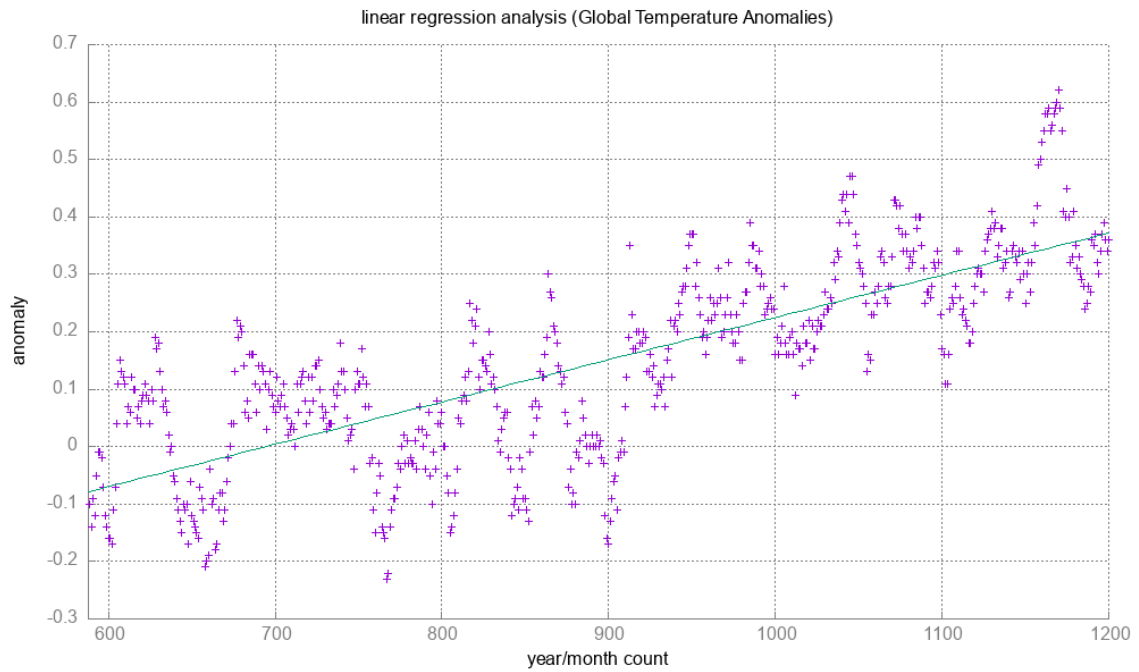
[1901년 ~ 2000년]



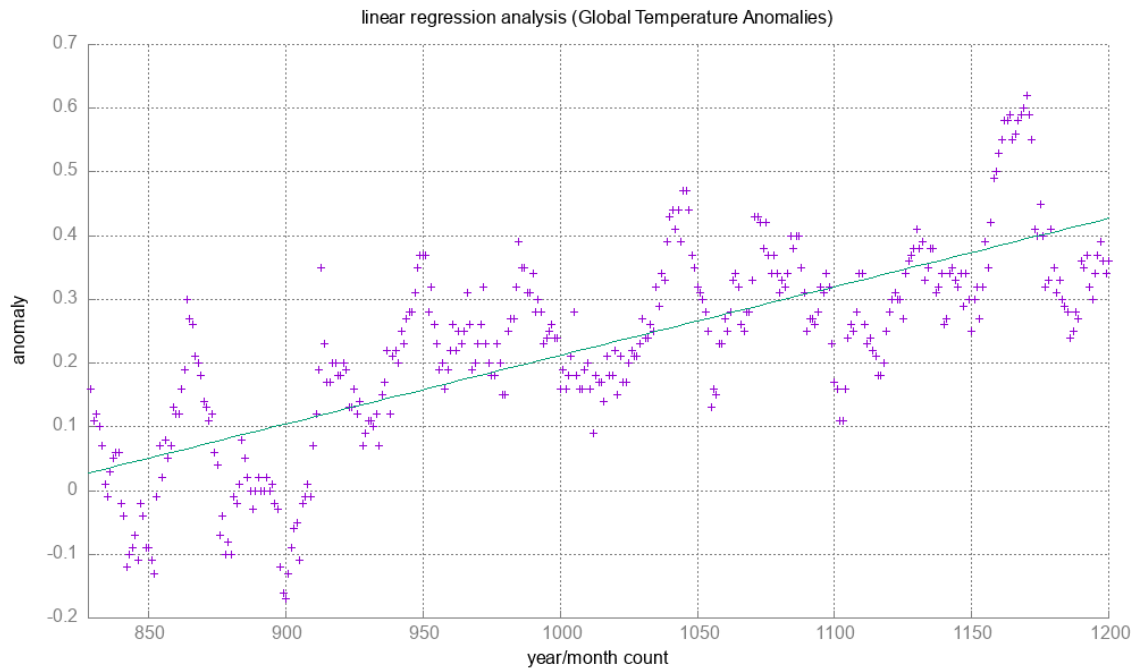
[1930년 ~ 2000년]



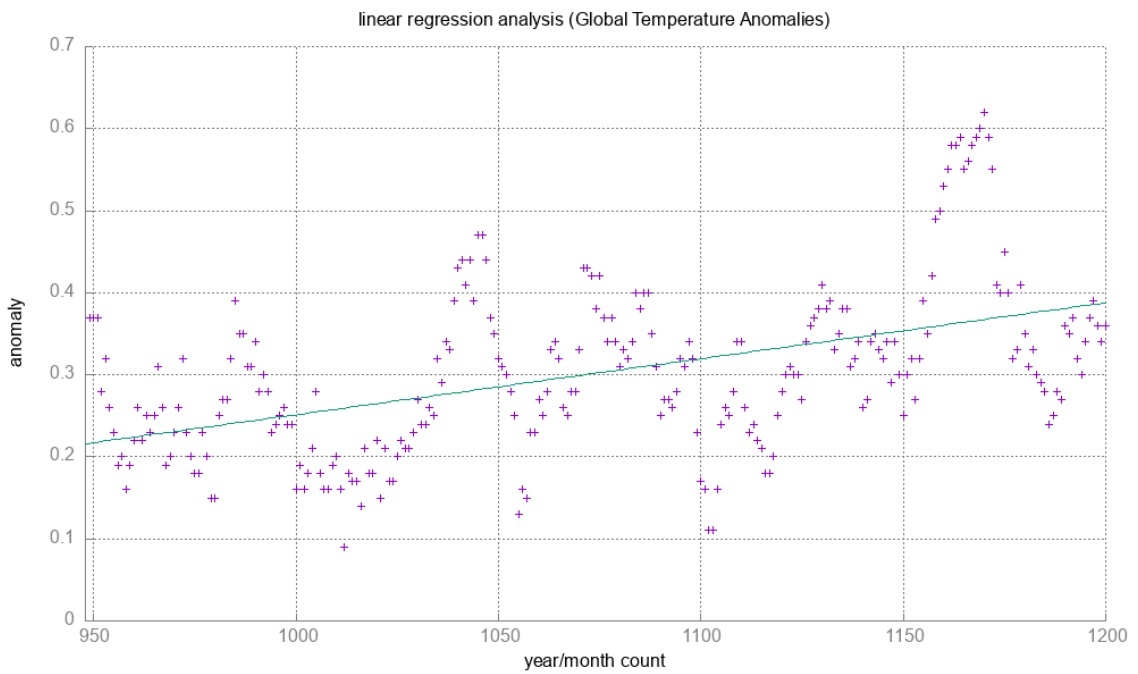
[1950년 ~ 2000년]



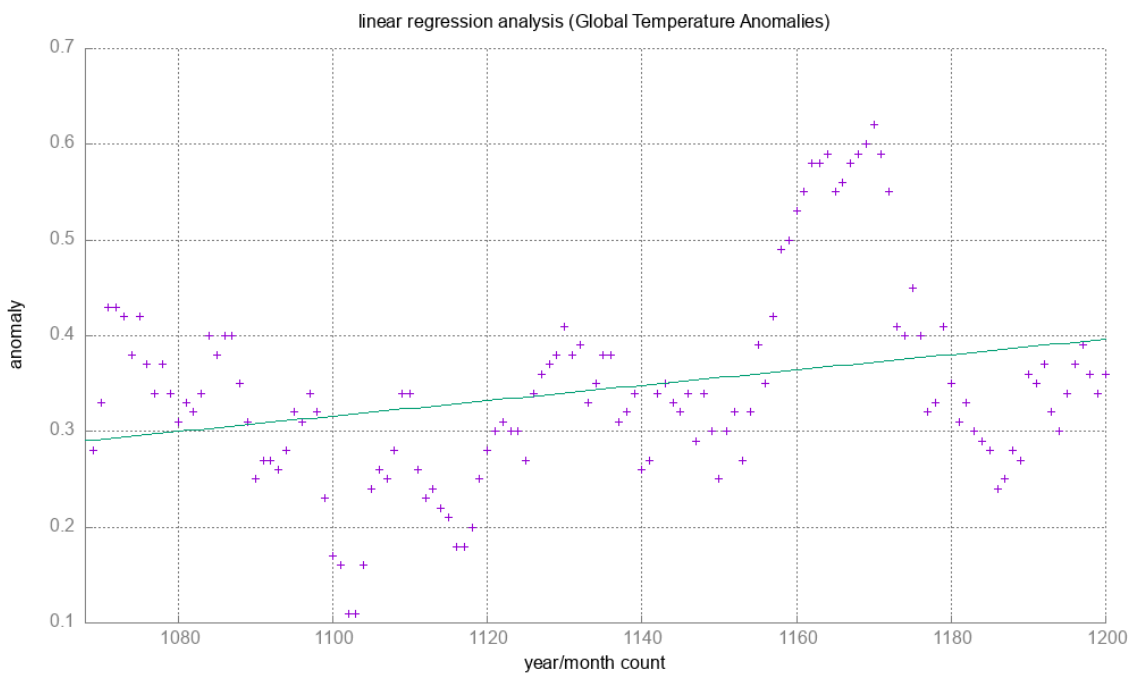
[1970년 ~ 2000년]



[1980년 ~ 2000년]



[1990년 ~ 2000년]



1) 관심있는 월(monthly) 또는 연(annual) 아노말리 자료를 사용하여 선형 회귀분석을 전 지구 육지와 해양 각각에 대해 수행하고, 그 결과를 비교 분석하시오.

### <결과 비교 분석>

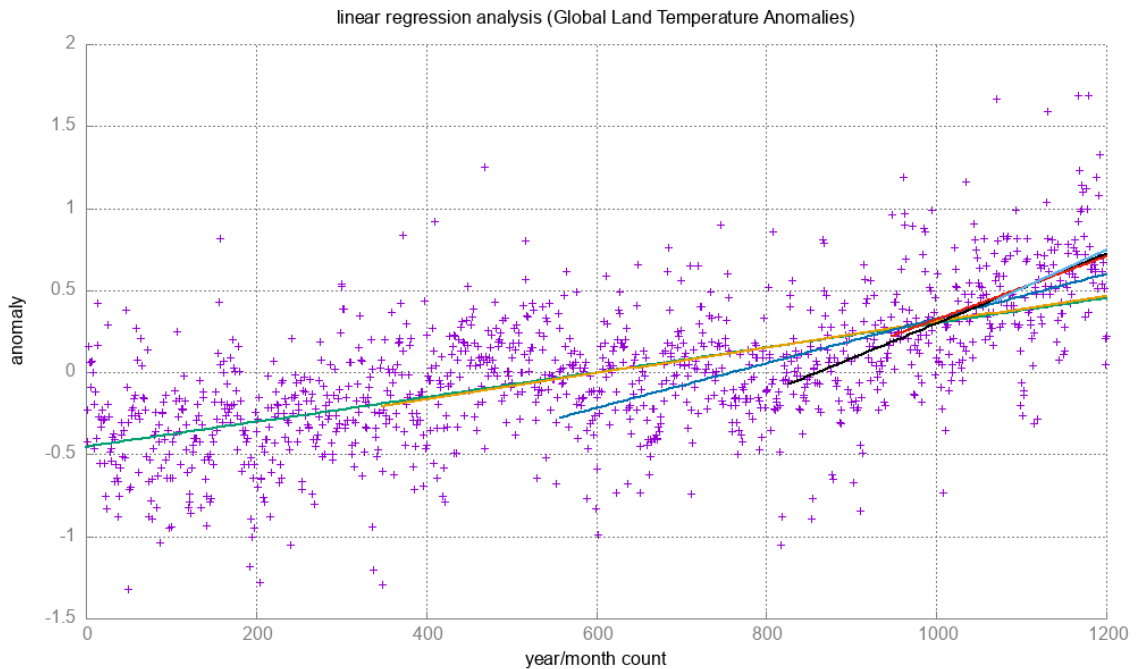
Global Land Temperature Anomalies의 자료를 시작 연도별로 비교분석 하면 모든 자료의 결정계수가 40% 미만으로 시작 연도별 종속변수의 변동이 최대 약 40% 최저 약 6%로 설명된다. 선형 회귀분석에서 기울기  $b$ 는 0.00075496에서 0.00237249까지 점점 증가하였으며 1970년부터 비교한 자료의 기울기  $b$ 에 비해 1980년부터 비교한 자료의 기울기  $b$ 는 소폭 줄어들었다. 아노말리의 평균은 0.001에서 0.5839로 증가하였으며 이는 지구의 온도가 증가하고 있음을 나타낸다. 선형 회귀분석한 그래프를 보면 아노말리의 주기가 보이지 않으며 이상치가 많이 보인다.

Global Ocean Temperature Anomalies의 자료를 시작 연도별로 비교분석 하면 시작 연도별 종속변수의 변동은 최대 약 69% 최소 9%로 설명된다. 선형 회귀분석에서 기울기  $b$ 는 0.00057004에서 0.00107574까지 점점 증가했으며 1970년부터 비교한 자료의 기울기  $b$ 에 비해 1980년부터 비교한 자료의 기울기  $b$ 는 소폭 줄어든 후 1990년부터 비교한 자료의 기울기  $b$ 는 다시 소폭 증가하였다. 아노말리의 평균은 0에서 0.3439로 증가하였으며 이는 지구의 온도가 증가하고 있음을 나타낸다. 선형 회귀분석한 그래프를 보면 아노말리의 주기가 뚜렷하다.

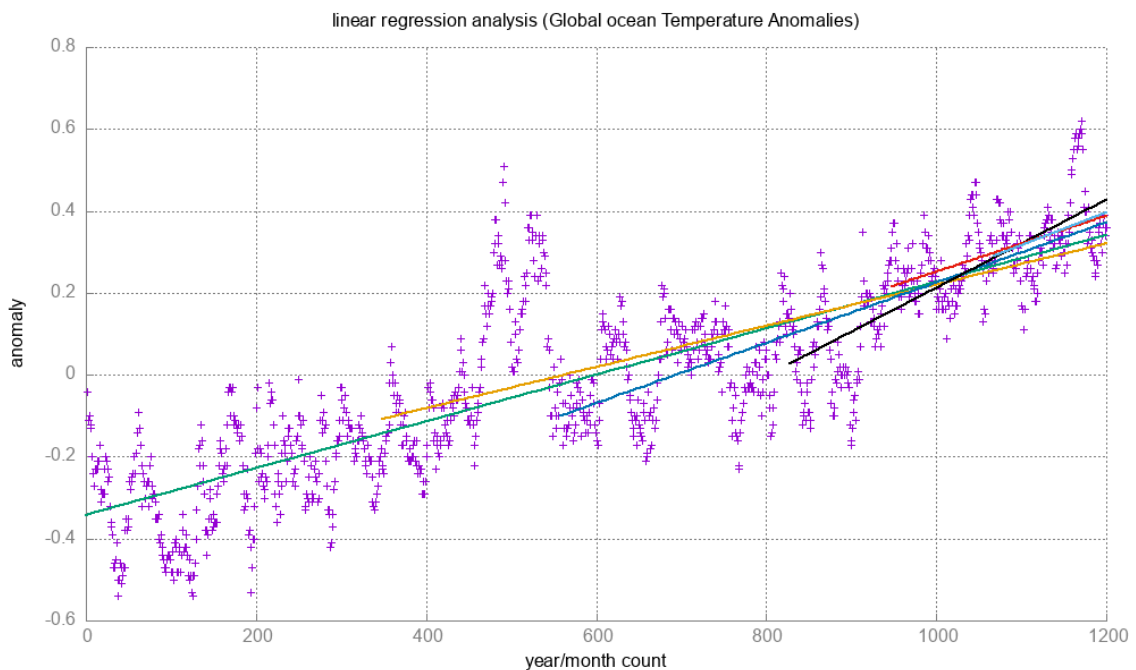
Global Land Temperature Anomalies의 자료와 Global Ocean Temperature Anomalies의 자료를 보았을 때 1970년부터 비교한 자료의 기울기  $b$ 에 비해 1980년부터 비교한 자료의 기울기  $b$ 는 둘 자료다 소폭 줄어드는 것을 볼 수 있으며 육지와 바다의 비열 차이에 의해 아노말리의 평균에 차이가 있지만 두 자료 다 증가하는 모습을 보였다.

Global Land Temperature Anomalies의 자료의 결정계수는 40%를 넘지 않은 반면 Global Ocean Temperature Anomalies의 자료의 결정계수는 최대 약 69%로 적합도가 Ocean이 더 높았다.



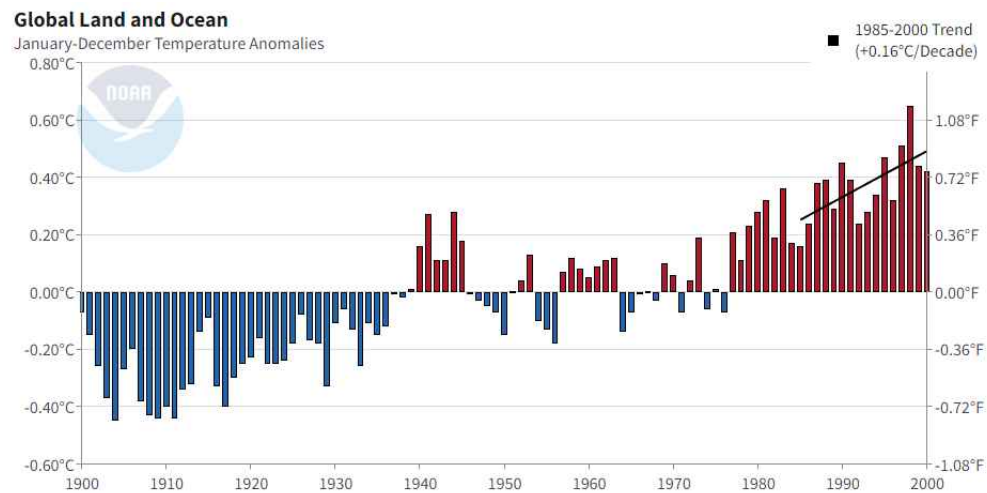
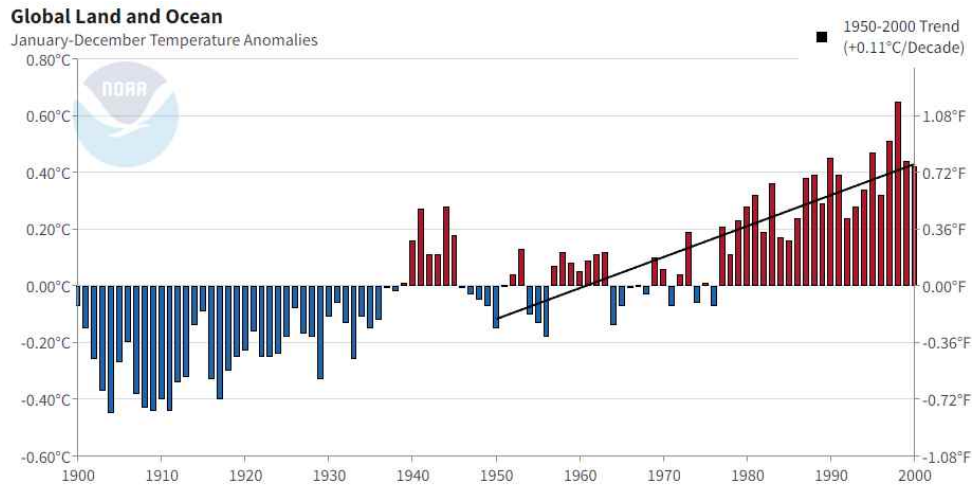
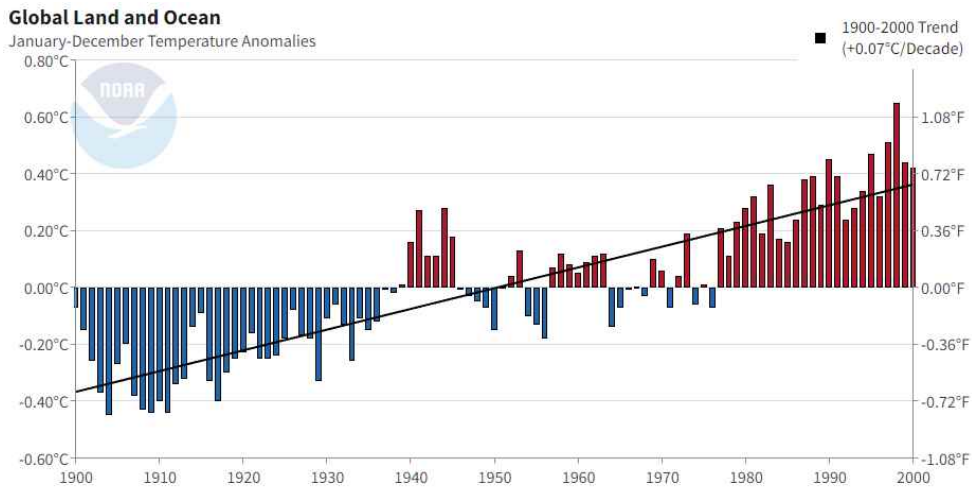


- 100년간 land 월별 아노말리와 1901년부터 1990년도까지 시작 범위를 좁혀가며 선형 회귀분석을 한 결과 그래프  
 ( 녹색 : 1901 ~ 2000년 | 주황 : 1930 ~ 2000년 | 파랑 : 1950 ~ 2000년 | 검정 : 1970 ~ 2000년 | 빨강 : 1980 ~ 2000년 | 하늘 : 1990 ~ 2000년 )



- 100년간 ocean 월별 아노말리와 1901년부터 1990년도까지 시작 범위를 좁혀가며 선형 회귀분석을 한 결과 그래프  
 ( 녹색 : 1901 ~ 2000년 | 주황 : 1930 ~ 2000년 | 파랑 : 1950 ~ 2000년 | 검정 : 1970 ~ 2000년 | 빨강 : 1980 ~ 2000년 | 하늘 : 1990 ~ 2000년 )

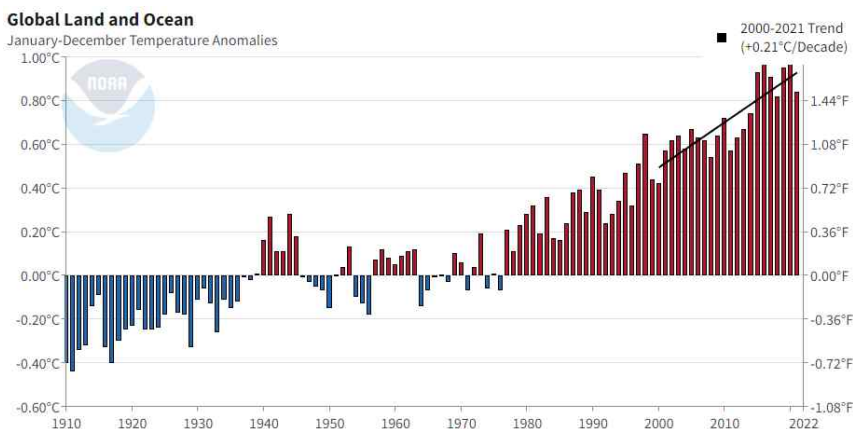
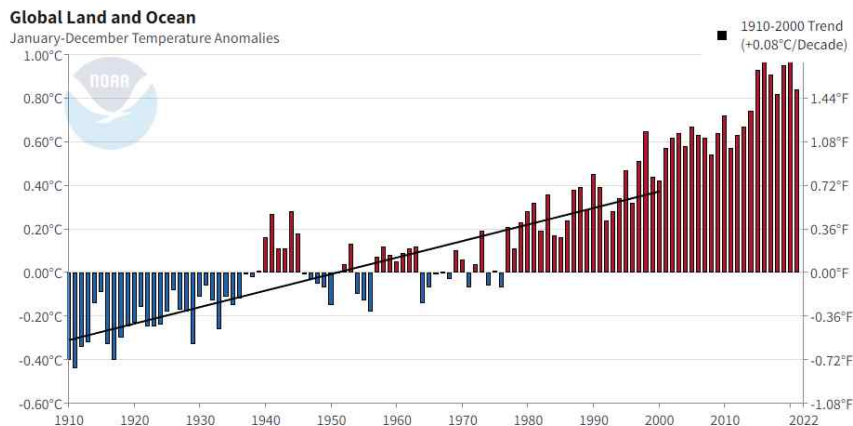
2) 연 아노말리 자료에 대한 선형 회귀분석에 따르면,  
전지구(land+ocean)적인 온난화가 점점 가속 또는 감속되고  
있는가?

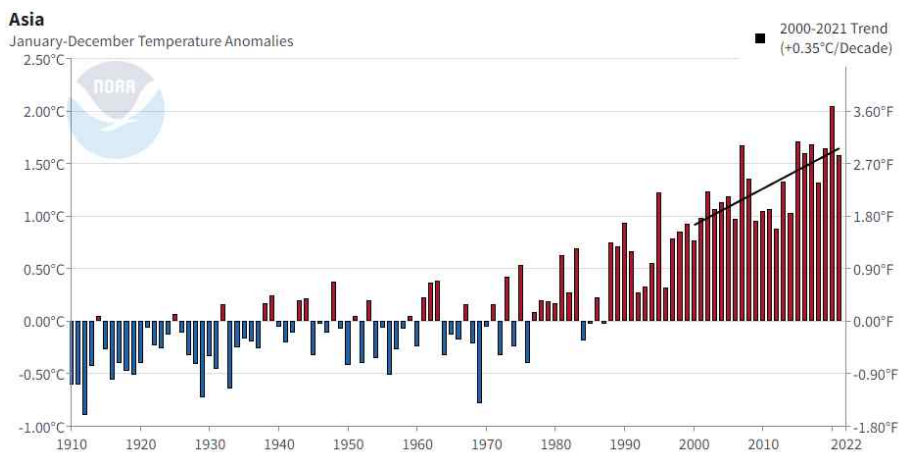
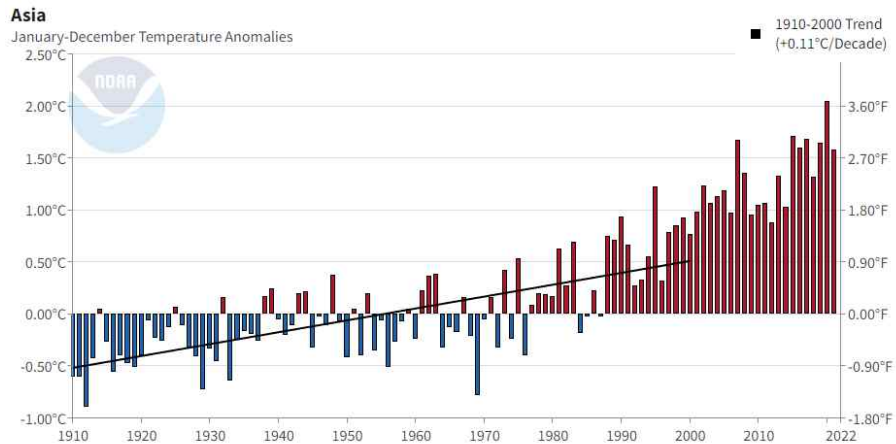


위 그래프를 보면 NCEI의 웹 기반 도구로 연도별 Global Land and ocean Temperature Anomalies 자료를 1901년부터 2000년, 1950년부터 2000년, 1985년부터 2000년 3개의 연 자료를 선형 회귀분석하여 나타낸 그래프이다. 점점 시작 연도를 늘릴수록 기울기가 0.07에서 0.18까지 늘어난 것을 볼 수 있다. 이는 지구 온난화가 점점 가속화하고 있다는 것을 알 수 있다.

(3) 1910-2022년의 기간에 대해 아시아 지역에서의 온난화율은 전지구(land+ocean) 온난화율의 몇 배나 더 큰지 제시하시오. (단, 연 아노말리 자료사용하시오.)

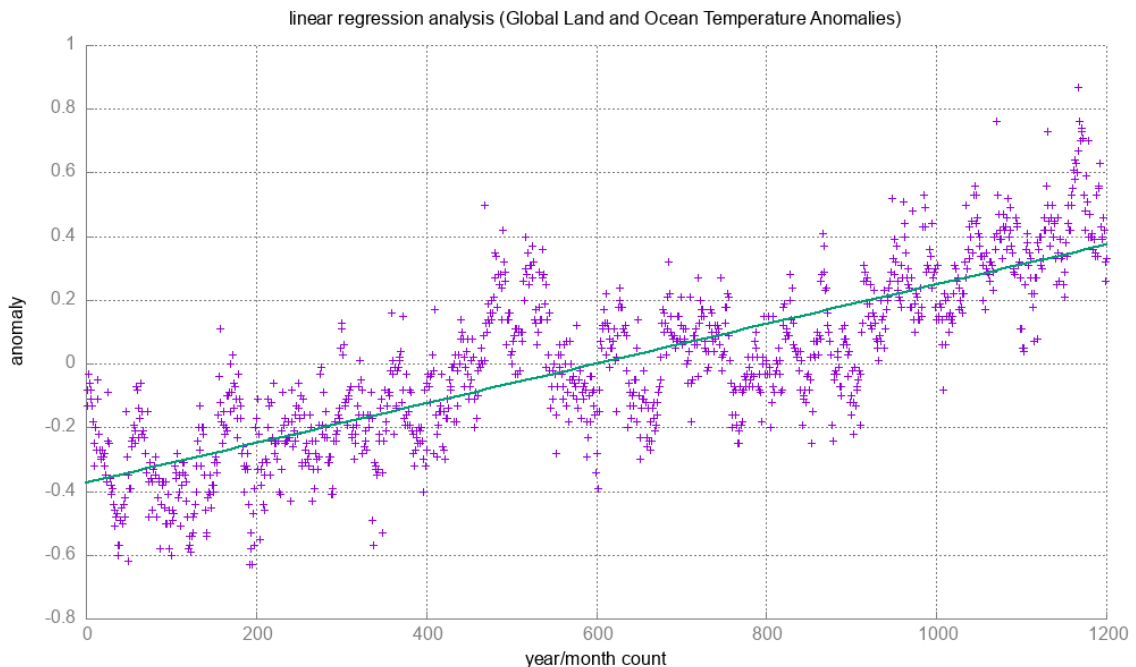
1910년부터 2022년까지의 연도별 Global Land and ocean Temperature Anomalies의 자료와 1910년부터 2022년까지의 연도별 Asia Land Temperature Anomalies의 자료를 비교분석한다. 여기서 온난화율의 정의는 1910년부터 2000년까지의 자료를 선형 회귀분석하여 나온 기울기와 2000년부터 2022년까지의 자료를 선형 회귀분석하여 나온 기울기를 비교하여 기울기의 증가 비율이다.





Global Land and ocean Temperature Anomalies의 선형 회귀분석에 따르면 1910년 ~ 2000년까지의 기울기는 0.08, 2000년 ~ 2022년까지의 기울기는 0.21로 기울기는 162.5% 증가하였으며 Asia Land Temperature Anomalies의 선형 회귀분석에 따르면 1910년 ~ 2000년까지의 기울기는 0.11, 2000년 ~ 2022년까지의 기울기는 0.35로 기울기는 약 218% 증가했다. 약 아시아 지역에서의 온난화율이 전 지구의 온난화율의 약 1.34배이다.

(4) 전체 기간, 전 지구에 대한 선형회귀 모형에 의해 관심있는 월 또는 연에 대한 2050년 전지구 평균 지표온도 아노말리를 전망해 보시오.



1901년부터 2000년까지의 월별 Global Land and Ocean Temperature Anomalies의 자료를 선형 회귀분석한 결과 y 절편은 -0.3739 기울기는 0.00062258이 나왔다. 2050년의 전지구 평균 지표온도를 구하려면 2050년 1월 ~ 12월 까지의 값을 예측 후 평균을 낸다. x 좌표로는 1789~ 1800까지로 설정 후 계산한다.

### <포트란 코드>

```
real,parameter :: a = -0.3739, b = 0.00062258
real :: f
f = 0
do i = 1789,1800
f = a + b*i + f
end do
f = f/12.
```

```
write(*,*)f  
end
```

Ans. :: 0.743319809