

南関東の験潮所における海面絶対高観測（2002年～2013年）
**Determination of Geocentric Height of Mean Sea Level at the Tide Station of JHOD
from 2002 TO 2013**

Summary: This observation has been carrying out since 2002 for the purpose of monitoring the sea level change. Geocentric height of the mean sea level above the WGS-84 ellipsoid was obtained at Yokosuka, Kozu-Shima, Miyake-Shima and Hachijo-Shima tide station by combining the Satellite Laser Ranging and GPS techniques.

Key words: geocentric height, mean sea level, Satellite Laser Ranging, GPS

1. はじめに

海洋情報部では1980年から海洋測地網の整備を推進しており、海洋測地網の原点である本土基準点として位置づけられている下里水路観測所において、1982年以来人工衛星レーザー測距 (SLR) 観測を行うことによって、世界測地系に基づく正確な位置を求めている。

一方、1999年8月から整備を開始した南関東における地殻変動監視のためのGPS固定点は、そのうち横須賀、南伊豆、神津島、三宅島及び八丈島の験潮所施設に併設したので、2002年から地球温暖化に伴う海面上昇の速度を把握するため下里水路観測所のSLR観測を基に地球重心による絶対的な海面変動を測定することとした（第1図）。

本報告では、横須賀験潮所・神津島験潮所・三宅島験潮所及び八丈島験潮所における2002年1月1日から2013年12月31日までの海面絶対高観測について報告する。

なお、GPS固定点移設等により八丈島験潮所には始期を2002年10月16日からとする。また、南伊豆験潮所は廃止により新たな観測結果が無いため本報告には含めない。

2. 作業概要

下里水路観測所における本土基準点（下里H0標石）と験潮所GPS固定点（GPSアンテナ）間において、GPSによる水準測量を行い、地球重心に基づく海面絶対高を測定した。

海面絶対高算出方法の概要は以下のとおり（第2図）。

（イ）SLR解析によって、下里H0標石の各観測年における楕円体高を求める。

（ロ）下里H0標石を基準として、GPS観測結果からGPS固定局アンテナ底面 (BAM) の楕円体高を求める。

（ハ）験潮所基準測定成果等に基づいてBAMから潮位観測基準面 (0 of g) までの高低差を計算し、0 of g の楕円体高を求める。

（ニ）0 of g の楕円体高に海岸昇降検知センター潮位年報に掲載された月間および年間平均水面の値を加えて、海面絶対高を求める。

3. 観測結果

(1) SLR 解析による下里 H0 標石の楕円体高の算出

GEODYN-II によるラジオス I, II の解析により求められたレーザー測距装置不動点の楕円体高 H_T から、各観測年の中間点における下里 H0 標石の楕円体高 H_0' を求め、MGC2000 に基づく下里 H0 標石（楕円体高 97.536 m）からの変化量 ΔH_0 を求めた。（ H_T と H_0' の楕円体高差は管理測量により求められた 4.091 m を使用。）

第 1 表 下里本土基準点の楕円体高

Table 1. Ellipsoid Height of Mainland Control Point, Shimosato

Epoch	2002.5	2003.5	2004.5	2005.5	2006.5	2007.5
H_T (m)	101.628	101.626	101.616	101.595	101.607	101.612
H_0' (m)	97.537	97.535	97.525	97.504	97.516	97.521
ΔH_0 (m)	0.001	-0.001	-0.011	-0.032	-0.020	-0.015

Epoch	2008.5	2009.5	2010.5	2011.5	2012.5	2013.5
H_T (m)	101.594	101.614	101.627	101.629	101.620	101.624
H_0' (m)	97.503	97.523	97.536	97.538	97.529	97.533
ΔH_0 (m)	-0.033	-0.013	0.000	0.002	-0.006	-0.002

H_T : Ellipsoid Height of SLR Fixed Point

H_0' : Ellipsoid Height of Mainland Control Point at Mid-Year Epoch

ΔH_0 : Ellipsoid Height Difference of Mainland Control Point from MGC2000

(2) GPS 長基線解析による GPS 固定局アンテナ底面 (BAM) の楕円体高の算出

下里 H0 標石直上の下里 GPS 固定局と各験潮所屋上の GPS 固定局について 24 時間観測データと IGS 最終暦を使用して長基線解析ソフトウェア Bernese Ver. 5.0 で解析を実施し、アンテナ底面の楕円体高を求めた。

(3) 潮位観測基準面 (0 of g) の楕円体高の算出

以下の成果から、各験潮所の GPS 固定局アンテナ底面～潮位観測基準面の高低差を算出した。

(イ) 横須賀験潮所

(a) GPS アンテナ底面 (BAM) ～球分体 (SM) 間の水準測量

平成 22 年 2 月 25 日実施の水準測量の成果

$$\Delta_{SM-BAM} = H_{BAM} - H_{SM} = 2.968 \text{ (m)}$$

(b) 球分体 (SM) ～潮位観測基準面 (0 of g) 間の水準測量

第三管区海上保安本部海洋情報部の験潮所基準測定成果等

第2表 横須賀験潮所の験潮所基準測定成果

Table 2. Reference Levelling at Yokosuka Tide Station

Year / Month	2001/1	2002/11	2006/10	2011/12
$\Delta_{0 \text{ of } g - \text{SM}}$ (m)	4.702	4.701	4.702	4.702

$\Delta_{0 \text{ of } g - \text{SM}}$: Height from Origin of Tide Gauge to Standard Mark

(ロ) 神津島験潮所

(a) GPS アンテナ底面 (BAM) ~ 球分体 (SM) 間の水準測量
平成 17 年 10 月 28 日実施の水準測量の成果

$$\Delta_{\text{SM} - \text{BAM}} = H_{\text{BAM}} - H_{\text{SM}} = 3.544 - 0.063 = 3.481 \text{ (m)}$$

(b) 球分体 (SM) ~ 潮位観測基準面 (0 of g) 間の水準測量
第三管区海上保安本部海洋情報部の験潮所基準測定成果等

第3表 神津島験潮所の験潮所基準測定成果

Table 3. Reference Levelling at Kozu-Shima Tide Station

Year / Month	2001/12	2005/10	2007/10	2011/9	2013/9
$\Delta_{0 \text{ of } g - \text{SM}}$ (m)	4.494	5.495	5.496	5.495	5.495

$\Delta_{0 \text{ of } g - \text{SM}}$: Height from Origin of Tide Gauge to Standard Mark

(ハ) 三宅島験潮所

(a) GPS アンテナ底面 (BAM) ~ 球分体 (SM) 間の水準測量
平成 17 年 6 月 2 日実施の水準測量の成果

$$\Delta_{\text{SM} - \text{BAM}} = H_{\text{BAM}} - H_{\text{SM}} = 3.521 - 0.063 = 3.458 \text{ (m)}$$

(b) 球分体 (SM) ~ 潮位観測基準面 (0 of g) 間の水準測量
第三管区海上保安本部海洋情報部の験潮所基準測定成果等

第4表 三宅島験潮所の験潮所基準測定成果

Table 4. Reference Levelling at Miyake-Shima Tide Station

Year / Month	1995/3	2005/2	2005/6	2007/3	2008/1	2008/8	2009/10	2010/10
$\Delta_{0 \text{ of } g - \text{SM}}$ (m)	5.128	5.132	5.132	5.133	5.132	5.132	5.132	5.132

$\Delta_{0 \text{ of } g - \text{SM}}$: Height from Origin of Tide Gauge to Standard Mark

(ニ) 八丈島験潮所

(a) GPS アンテナ底面 (BAM) ~ 海洋情報部水準標 (HBM) 間の GPS 短基線解析
平成 16 年 1 月 21 日~22 日の成果等

$$\Delta_{\text{HBM} - \text{BAM}} = H_{\text{BAM}} - H_{\text{HBM}} = -13.579 \text{ (m)}$$

(b) 海洋情報部水準標 (HBM) ~ 球分体 (SM) ~ 潮位観測基準面 (0 of g) 間の水準測量
第三管区海上保安本部海洋情報部の験潮所基準測定成果等

第5表 八丈島験潮所の験潮所基準測定成果

Table 5. Reference Levelling at Hachijo-Shima Tide Station

Year / Month	1998/4	2003/11	2008/10
Δ_{SM-HBM} (m)	17.049	17.046	17.040
$\Delta_{0\text{ of g}-SM}$ (m)	4.668	4.668	4.667

Δ_{SM-HBM} : Height from Standard Mark to Bench Mark of JHOD

$\Delta_{0\text{ of g}-SM}$: Height from Origin of Tide Gauge to Standard Mark

上記 (イ) ~ (ハ) について,

$$H_{0\text{ of g}} = H_{BAM} - \Delta_{SM-BAM} - \Delta_{0\text{ of g}-SM}$$

(ニ) について,

$$H_{0\text{ of g}} = H_{BAM} - \Delta_{HBM-BAM} - \Delta_{SM-HBM} - \Delta_{0\text{ of g}-SM}$$

として, 各期間における潮位観測基準面 (0 of g) の楕円体高を求める.

(4) 海面絶対高の算出

海岸昇降検知センター潮位年報に掲載された各験潮所の月間および年間平均水面の値を潮位観測基準面 (0 of g) の楕円体高に加えて海面絶対高を求めた.

4. 成果

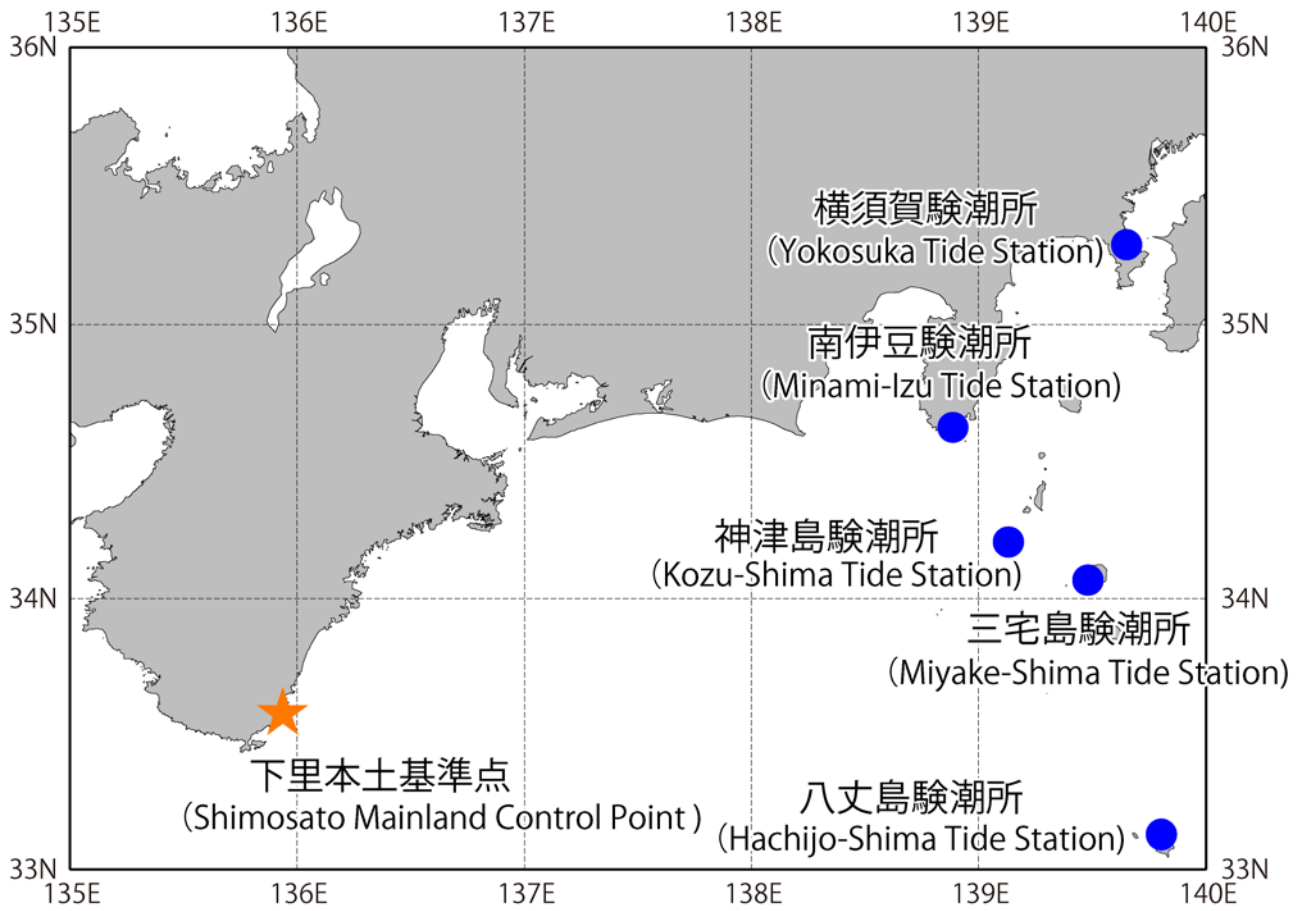
潮位観測基準面・平均水面・海面絶対高の2002年からの変化を第3~6図に示す.

横須賀 (第3図) については, 年周変動が明瞭に表れ, 島嶼部の神津島・三宅島・八丈島は不規則な変動成分が大きい, 年周変動以外に黒潮流路による海面変動の影響が現れている.

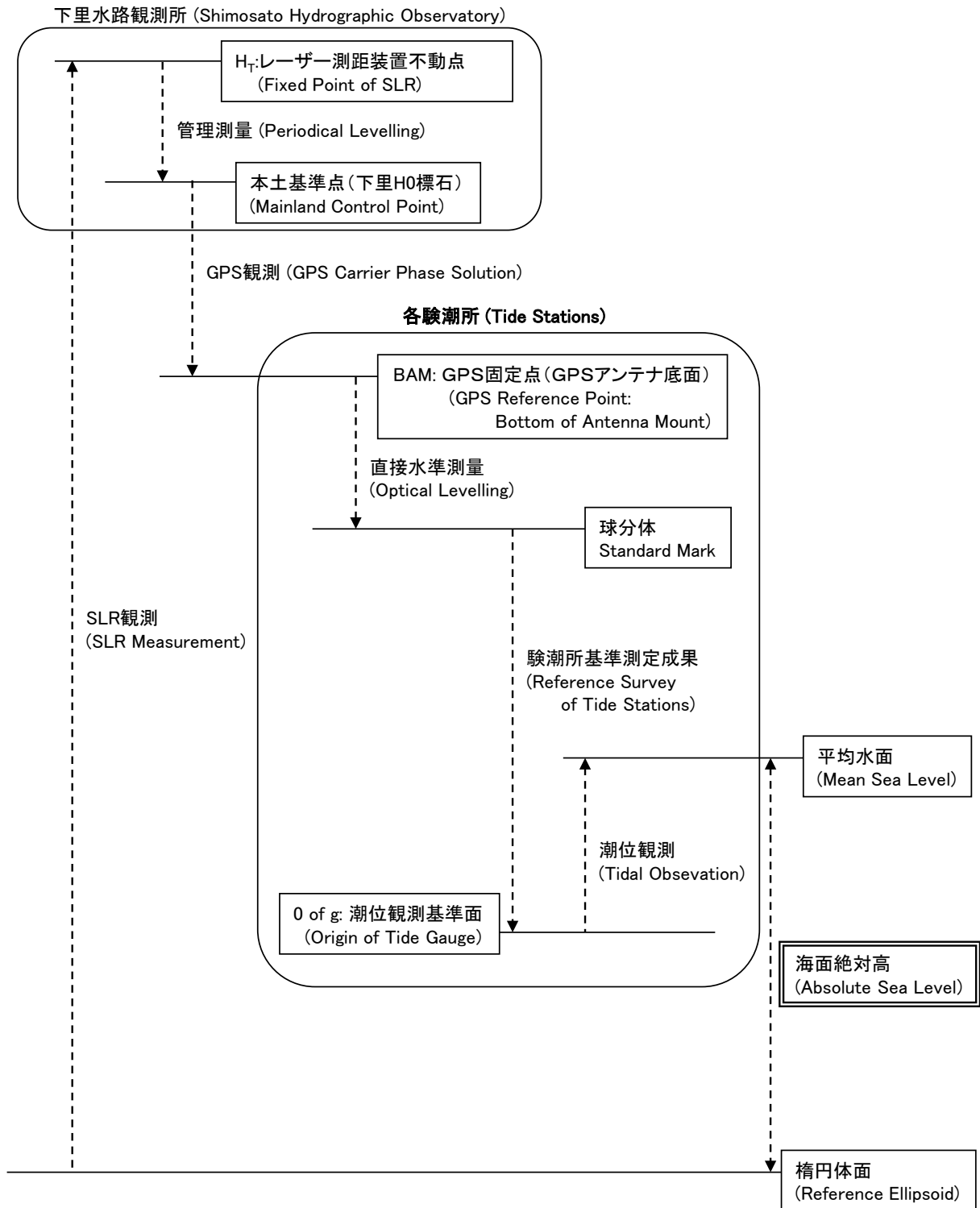
この12年間において地球重心による絶対的な海面変動の観測結果からは有意な地球温暖化に伴う海面上昇の速度を把握するまでには至っておらず, 今後も長期継続的に監視を続けることが重要である.

参考文献

海岸昇降検知センター潮位年報 : <http://cais.gsi.go.jp/cmdc/center/siryu.html>



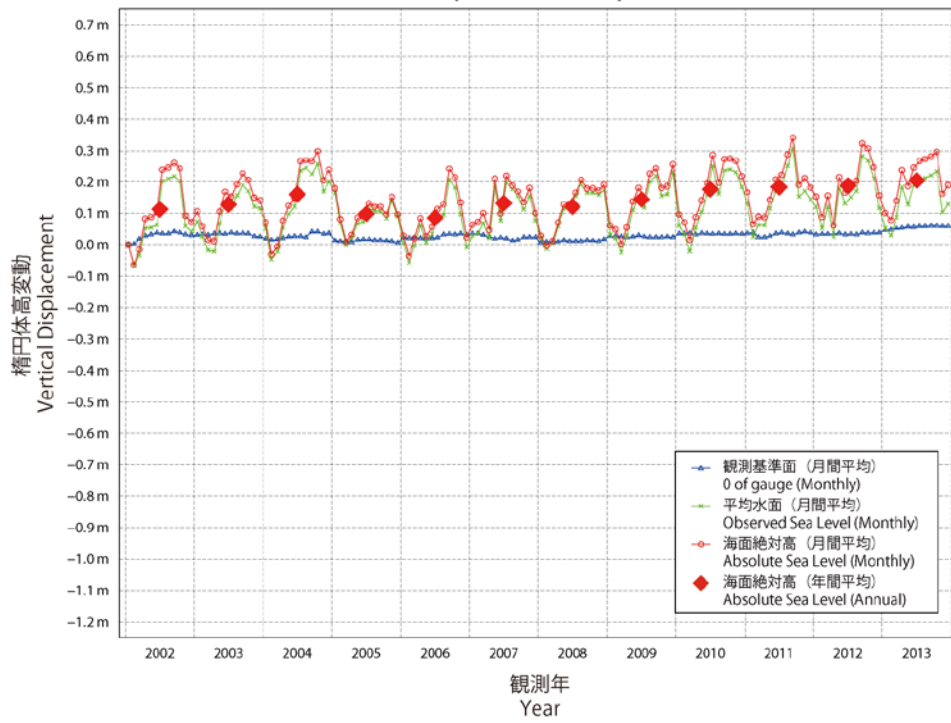
第 1 図 GPS 固定点併設験潮所配置図
Figure 1. Tide Stations of JCG with GPS Stations



第2図 水準測量等の鉛直位置関係

Figure 2. Vertical Relation of Levellings

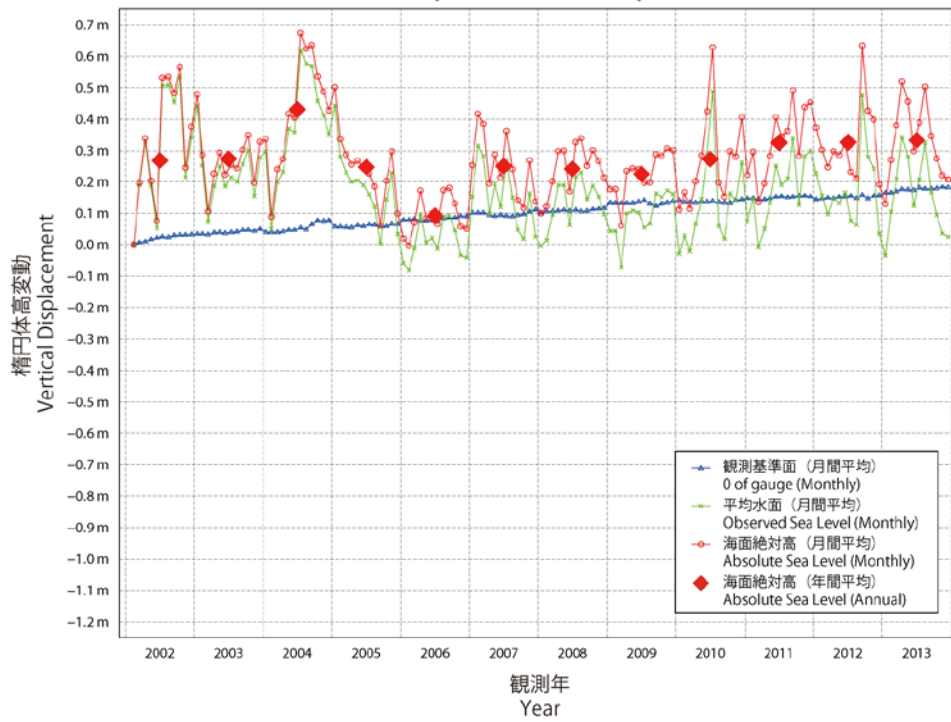
横須賀 (Yokosuka)



第3図 横須賀験潮所の絶対海面高変動

Figure 3. Vertical Displacement of Absolute Sea Level at Yokosuka Tide Station

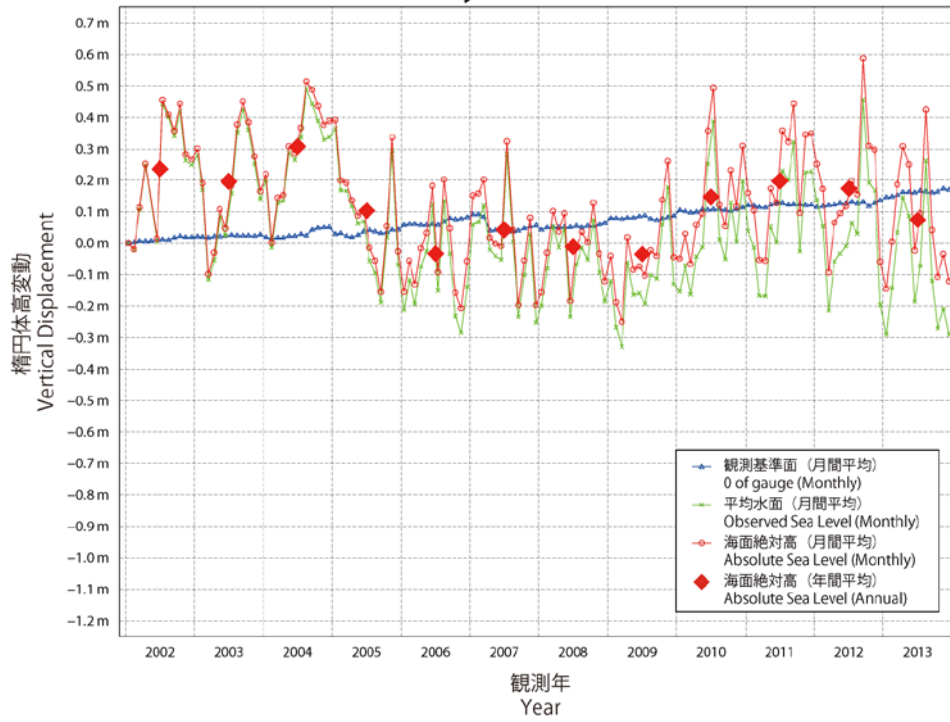
神津島 (Kozu-Shima)



第4図 神津島験潮所の絶対海面高変動

Figure 4. Vertical Displacement of Absolute Sea Level at Kozu-Shima Tide Station

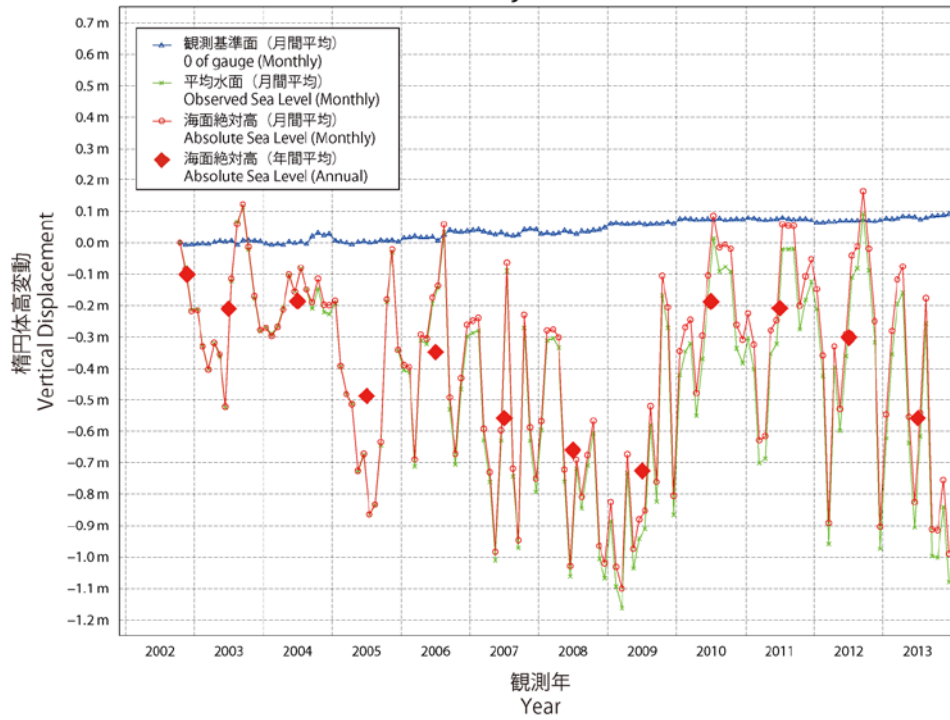
三宅島 (Miyake-Shima)



第 5 図 三宅島験潮所の絶対海面高変動

Figure 5. Vertical Displacement of Absolute Sea Level at Miyake-Shima Tide Station

八丈島 (Hachijo-Shima)



第 6 図 八丈島験潮所の絶対海面高変動

Figure 6. Vertical Displacement of Absolute Sea Level at Hachijo-Shima Tide Station