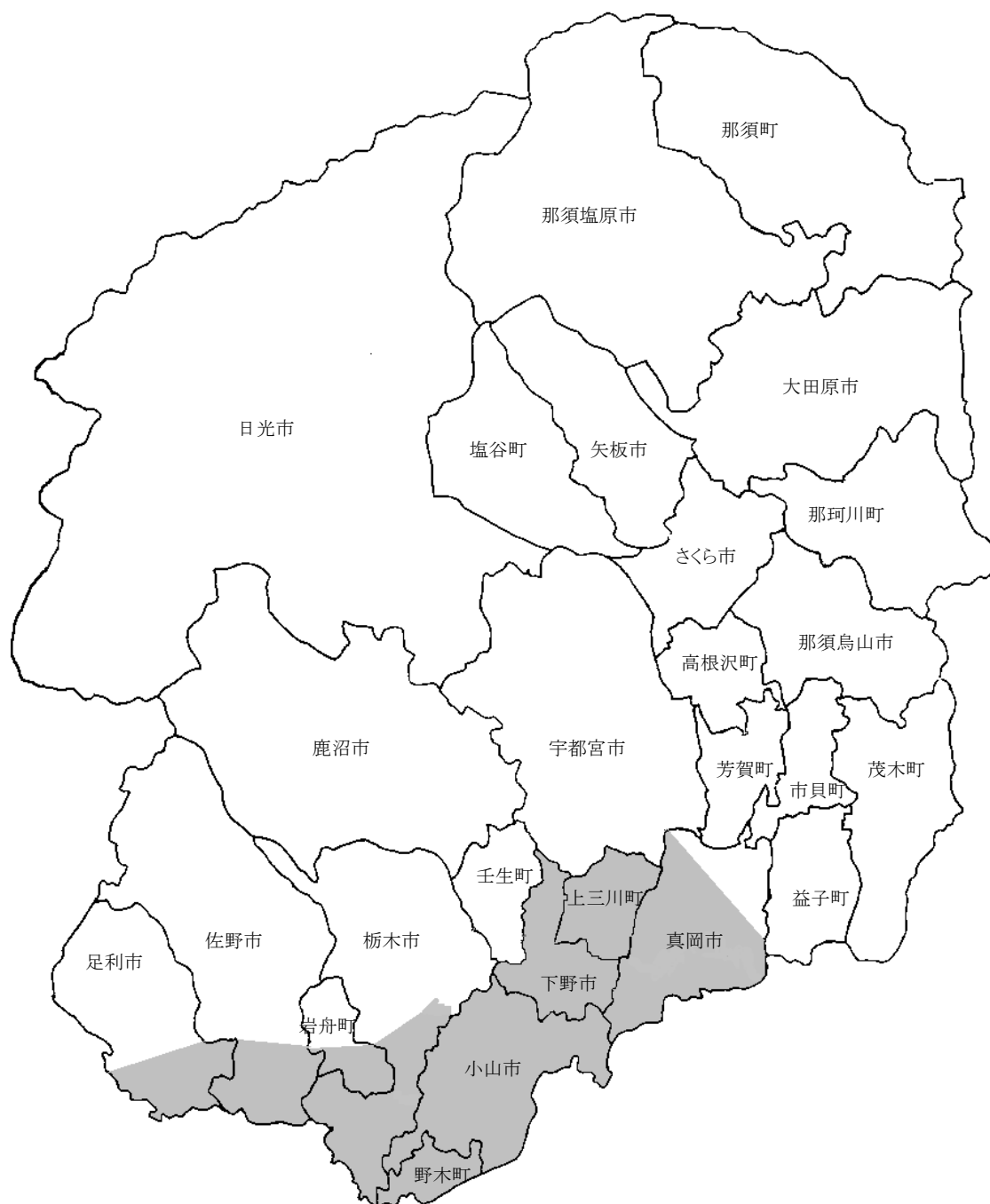


I 精密水準測量による調査結果

〈 精密水準測量調査実施区域 〉



図中の市町の名称及び区域は、平成 24 年 1 月 1 日時点のものです。

I 精密水準測量による調査結果

1 調査方法

① 精密水準測量

精密水準測量は、県南平地部の地盤変動状況を把握するため、国土交通省国土地理院の指導のもとに昭和51年度から継続的に実施している。

この調査は、調査地域に水準点（IV参考資料－3参照）を設置し、その標高を毎年精密に測量することにより、地盤の変動（垂直方向）を把握するものである。

平成23年度の地盤の変動量は、平成23年東北地方太平洋沖地震に伴う地殻変動が含まれるため、各水準点における平成23年1月1日基準の標高と平成23年度の観測した日（平成23年12月から平成24年2月）の標高との差から1年間の地盤変動量を算出した。

なお、平成23年度の標高は、地震に伴う地殻変動により、日本水準原点の原点数値の改正が行われたため、日本水準原点及び関東地区13点の不動点（栃木県（佐野51-63・二宮55-132）の両点を含む）の標高を「関東地区地盤沈下調査測量協議会」平成23年度観測値（基準日補正なし）を用いて国土交通省国土地理院が算定した上で順次、幹線網及び支線に反映させたものである。

② 調査期間

この精密水準測量は平成23年12月から平成24年2月までの間に実施した。

③ 調査地点

本県では地盤沈下の観測のため、昭和51年度に地盤の軟弱な5市町（足利市、佐野市、小山市、野木町、栃木市（旧藤岡町））を対象とする精密水準測量を開始した。

平成23年度は、県南平地部9市町に設置してある水準点161点（国土交通省国土地理院設置の水準点を含む。）、路線延長390kmについて観測した。（表－1、IV参考資料－2）

なお、栃木県の水準点番号は、野木町潤島の「51-09」を例に説明すると、ハイフンの前の「51」は水準点の埋設年度を表し、ハイフンの後の「09」は栃木県一級水準点の通し番号を表している。

2 調査結果の概要

① 地盤沈下面積

調査地点の161地点のうち、前年との比較が可能である調査地点は158地点であり、全地点で沈下が観測された。また、年間2cm以上の沈下面積は597.6km²であった。（表－1～3）

② 地盤沈下量

平成23年の最大年間沈下量は-11.30cm（真岡市久下田）であった。（表－5）

年間の沈下量は、年により大きく異なっているが（表－3）、平成23年度の観測値は東北地方太平洋沖地震により地殻変動を含んだ値である。なお、これまでの調査結果から、概ね

5月～8月の降水量が少なかった年に沈下量・沈下面積ともに大きくなる傾向を示している。
 (表-2～4及び図-1、2)

3 測量成果

測量成果は、関東地区地盤沈下調査測量協議会（事務局：国土地理院関東地方測量部）で定めた幹線の成果を基準としている。これは関東平野内の各都県市が実施した精密水準測量の観測値のうち幹線の各水準点の標高を国土地理院関東地方測量部で網平均計算を行い幹線の各水準点の標高を求めたうえで、各都県市の支線の水準点標高を求めるというものである。網平均計算を行うことで、各都県市の精密水準測量の値を直接比較して関東平野全体の地盤沈下の動向について把握することが可能となっている。

本報告書の各水準点の標高は、東京湾平均海水面（T. P.）を0mとした場合の水準点の高さを示すものである。

平成23年度の標高は、地震に伴う地殻変動により、日本水準原点の原点数値の改正が行われたため、日本水準原点及び関東地区13点の不動点（栃木県（佐野51-63・二宮55-132）の両点を含む）の標高を「関東地区地盤沈下調査測量協議会」平成23年度観測値（基準日補正なし）を用いて国土交通省国土地理院が算定した上で順次、幹線網及び支線に反映させたものである。

成果表の最終調査年の標高は、世界測地系（測地成果2011）に基づく標高値としている。

日本水準原点及び栃木県内の基準点は、以下のとおりである。

基準点（水準点番号）	所在地	標高
日本水準原点	東京都千代田区永田町1-1(国会前庭北地区内)	24.3900m
佐野基点（51-63）	佐野市西浦町415	21.1312m
二宮基点（55-132）	真岡市三谷780	57.8943m

※ 標高はいずれも世界測地系（測地成果2011）に基づく値である。

〔測定の精度〕

往復の出合差の制限 = $2.5 \text{ mm}\sqrt{S}$ （S：km単位にとった2水準点間の距離）

環閉合差の制限 = $2.0 \text{ mm}\sqrt{S}$ （S：km単位にとった水準測量路線延長距離）

表-1 市町別変動状況

区分 市町名	水準点数					年間変動点数														最大変動量	
	県有	国有	総数	無効 ※1	有効	新設点 など ※2	上昇 又は 変動なし	～	-1.00	-2.00	-3.00	-4.00	-5.00	-6.00	-7.00	-8.00	-9.00	-10.00	-11.00	年間 (cm)	水準点 所在地
								-0.99	-1.99	-2.99	-3.99	-4.99	-5.99	-6.99	-7.99	-8.99	-9.99	-10.99	(cm)		
小山市	41	13	54	5	49	2							5	11	18	13				-8.92	福良
野木町	15	3	18		18						2	9	7							-6.74	川田
栃木市	25		25	2	23						9	13	1							-6.08	大平町北武井
足利市	19		19	5	14				3	10		1								-5.25	福富町
佐野市	15	4	19	2	17					6	10	1								-4.55	村上町
真岡市	19	1	20	3	17												10	6	1	-11.30	久下田
上三川町	11	2	13	7	6										5	1				-9.34	東汗
下野市	6	13	19	8	11	1								6	3	1				-9.18	本吉田
岩舟町	6		6		6						2	4								-5.63	曲ヶ島
計	157	36	193	32	161	3	0	0	0	3	16	23	33	19	24	21	12	6	1		

※1 今回の精密水準測量の対象とならなかった水準点を無効とした。

※2 前年度観測データがないため、変動量が算出できない水準点。

表－２ 地盤沈下した地域の面積の推移

年度		1978 (S53)	1979 (S54)	1980 (S55)	1981 (S56)	1982 (S57)	1983 (S58)	1984 (S59)	1985 (S60)	1986 (S61)	1987 (S62)	1988 (S63)	1989 (H1)
沈下面積の 推移 (k m ²)	2cm/年 以上沈下	53	1	17	1	—	4	93	9	7	29	13	6
	4cm/年 以上沈下	1	—	—	—	—	—	18	—	—	1	—	—

年度		1990 (H2)	1991 (H3)	1992 (H4)	1993 (H5)	1994 (H6)	1995 (H7)	1996 (H8)	1997 (H9)	1998 (H10)	1999 (H11)	2000 (H12)	2001 (H13)
沈下面積の 推移 (k m ²)	2cm/年 以上沈下	55	35	100	1	76	1	50	—	—	—	—	—
	4cm/年 以上沈下	10	—	16	—	24	—	18	—	—	—	—	—

年度		2002 (H14)	2003 (H15)	2004 (H16)	2005 (H17)	2006 (H18)	2007 (H19)	2008 (H20)	2009 (H21)	2010 (H22)	2011 ^{※1} (H23)
沈下面積の 推移 (k m ²)	2cm/年 以上沈下	—	—	0.1	—	—	—	—	—	1.7	46
	4cm/年 以上沈下	—	—	—	—	—	—	—	—	—	551

(注) 網掛けは2 cm/年以上の沈下が観測された年

※1 2011年は、平成23年3月11日に発生した平成23年東北地方太平洋沖地震の地殻変動量を含んだ値である

表－３ 最大年間変動量の推移

年度	1978 (S53)	1979 (S54)	1980 (S55)	1981 (S56)	1982 (S57)	1983 (S58)	1984 (S59)	1985 (S60)	1986 (S61)	1987 (S62)	1988 (S63)	1989 (H1)
変動量 (cm)	-4.12	-3.07	-2.88	-3.08	-1.84	-2.68	-5.53	-3.01	-2.69	-4.29	-3.32	-3.17
水準点番号 及び所在地	51-07	51-07	51-53	51-53	51-53	51-53	51-09	51-09	51-53	51-09	51-53	51-53
	小山市 南飯田	小山市 南飯田	栃木市 藤岡町下宮	栃木市 藤岡町下宮	栃木市 藤岡町下宮	栃木市 藤岡町下宮	野木町 潤島	野木町 潤島	栃木市 藤岡町下宮	野木町 潤島	栃木市 藤岡町下宮	栃木市 藤岡町下宮

年度	1990 (H2)	1991 (H3)	1992 (H4)	1993 (H5)	1994 (H6)	1995 (H7)	1996 (H8)	1997 (H9)	1998 (H10)	1999 (H11)	2000 (H12)	2001 (H13)
変動量 (cm)	-6.67	-3.56	-5.25	-2.34	-7.74	-2.19	-6.98	-1.55	-1.31	-1.46	-1.41	-1.54
水準点番号 及び所在地	51-09	51-09	51-10	H3-176	H3-176	51-10	51-10	51-10	H3-176	51-03	51-02	55-123
	野木町 潤島	野木町 潤島	野木町 丸林	野木町 潤島 (観測所前)	野木町 潤島 (観測所前)	野木町 丸林	野木町 丸林	野木町 丸林	野木町 潤島 (観測所前)	野木町 中谷	野木町 野木	真岡市 久下田

年度	2002 (H14)	2003 (H15)	2004 (H16)	2005 (H17)	2006 (H18)	2007 (H19)	2008 (H20)	2009 (H21)	2010 (H22)	2011 ^{※1} (H23)
変動量 (cm)	-1.58	-0.55	-2.07	-1.69	-1.03	-1.97	-1.40	-1.16	-2.51	-11.30
水準点番号 及び所在地	51-03	51-106	51-10	51-10	51-02	4088	51-18	62-152	H1-170	55-123
	野木町 中谷	小山市 福良	野木町 丸林	野木町 丸林	野木町 野木	宇都宮市 宿郷	小山市 横倉	栃木市 惣社町	野木町 南赤塚	真岡市 久下田

(注) 網掛けは2 cm/年以上の沈下が観測された年

※1 2011年は、平成23年3月11日に発生した平成23年東北地方太平洋沖地震の地殻変動量を含んだ値である

表－４ 年間降水量（宇都宮気象台 小山観測所）

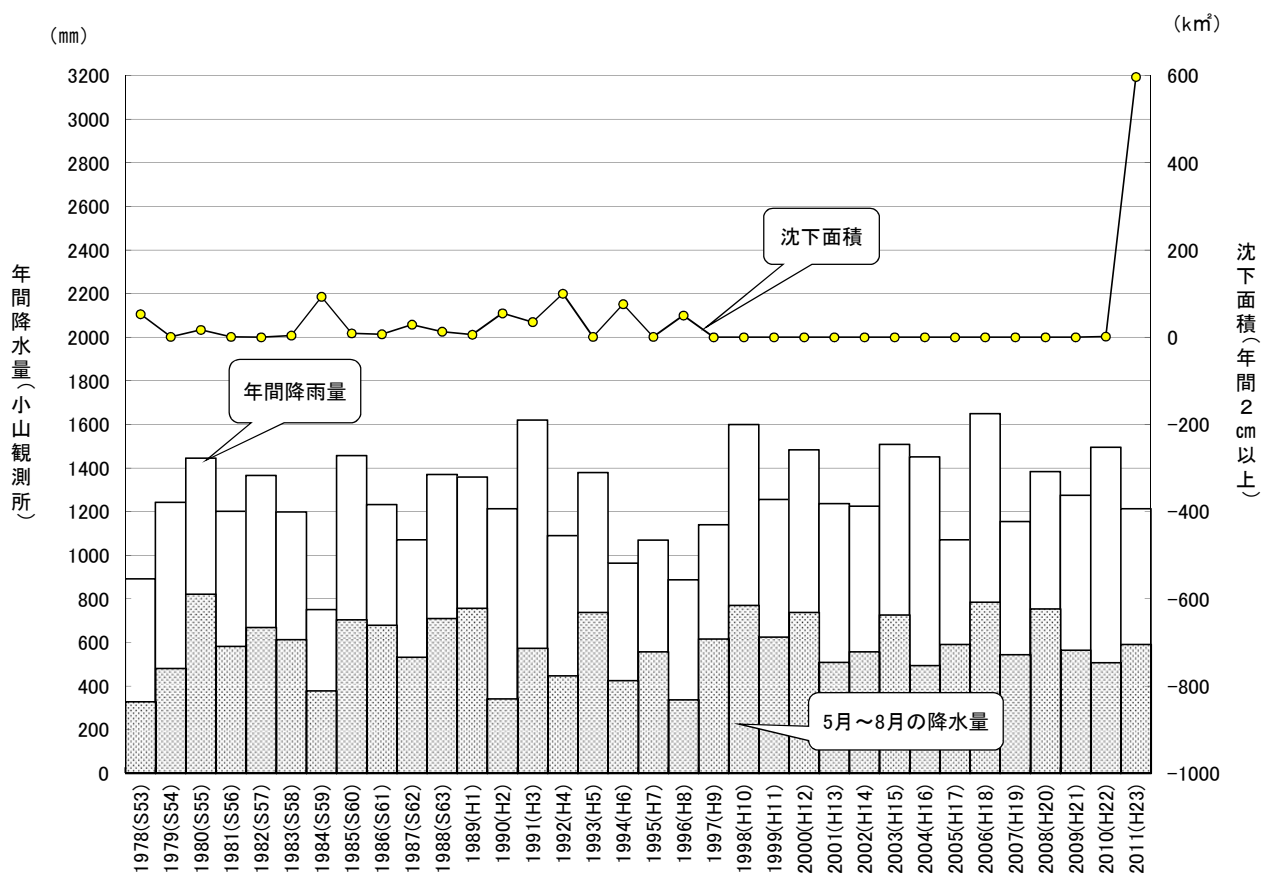
項目		1978 (S53)	1979 (S54)	1980 (S55)	1981 (S56)	1982 (S57)	1983 (S58)	1984 (S59)	1985 (S60)	1986 (S61)	1987 (S62)	1988 (S63)	1989 (H1)
月別 降水量 (mm)	5月	98	175	153	175	91	64	75	83	145	70	157	173
	6月	79	78	177	163	202	147	160	404	168	96	162	176
	7月	44	114	249	135	171	305	95	121	122	199	164	199
	8月	108	115	243	110	205	98	48	96	219	168	227	209
	小計	329	482	822	583	669	614	378	704	654	533	710	757
年間降水量(mm)		892	1,242	1,446	1,201	1,366	1,198	751	1,457	1,233	1,071	1,370	1,359

項目		1990 (H2)	1991 (H3)	1992 (H4)	1993 (H5)	1994 (H6)	1995 (H7)	1996 (H8)	1997 (H9)	1998 (H10)	1999 (H11)	2000 (H12)	2001 (H13)
月別 降水量 (mm)	5月	62	62	181	115	115	191	105	207	146	104	122	177
	6月	56	114	163	217	91	150	59	172	131	164	165	113
	7月	111	119	49	224	123	151	154	89	205	214	221	62
	8月	113	279	55	182	97	65	19	148	288	143	231	157
	小計	342	574	448	738	426	557	337	616	770	625	739	509
年間降水量(mm)		1,213	1,620	1,090	1,379	963	1,070	887	1,140	1,600	1,256	1,483	1,237

項目		2002 (H14)	2003 (H15)	2004 (H16)	2005 (H17)	2006 (H18)	2007 (H19)	2008 (H20)	2009 (H21)	2010 (H22)	2011 (H23)	平均 (S53~H23)
月別 降水量 (mm)	5月	121	92	171	78	186	134	150	110	161	185	130.4
	6月	108	94	109	74	163	122	148	127	118	55	139.0
	7月	197	204	109	234	234	245	72	193	172	252	163.3
	8月	132	336	106	206	206	43	384	134	58	99	156.7
	小計	558	726	495	592	789	544	754	564	508	591	589.3
年間降水量(mm)		1,225	1,508	1,451	1,071	1,649	1,155	1,384	1,274	1,495	1,213	1,263.2

※網掛けは2 cm/年以上の沈下が観測された年

図一 年間降水量、沈下面積の推移



表一 平成23年変動上位10地点 (2011.1.1～2011年度調査日)

順位	水準点番号	水準点所在地	変動量(cm)	調査日
1	55-123	真岡市久下田491 (久下田小学校)	-11.30	2012.1.6
2	55-137	真岡市亀山1037-3 (亀山小学校)	-10.57	2012.1.13
3	55-136	真岡市熊倉三丁目33-6 (真岡西小学校)	-10.37	2012.1.12
4	H10-134	真岡市東沼657 (東沼小学校)	-10.16	2012.1.10
5	55-130	真岡市高田1872-2 (原分公民館)	-10.14	2012.1.8
6	55-124	真岡市石島915 (石島貯水池)	-10.12	2012.1.7
7	55-138	真岡市鬼怒ヶ丘12 (勝瓜公園)	-10.00	2012.1.13
8	55-133	真岡市東大島1657-1 (星宮神社)	-9.85	2012.1.9
9	H8-135	真岡市伊勢崎253-6 (伊勢崎公民館)	-9.84	2012.1.11
10	55-129	真岡市沖76-2 (大沖神社)	-9.83	2012.1.7

4 東北地方太平洋沖地震による栃木県内への影響

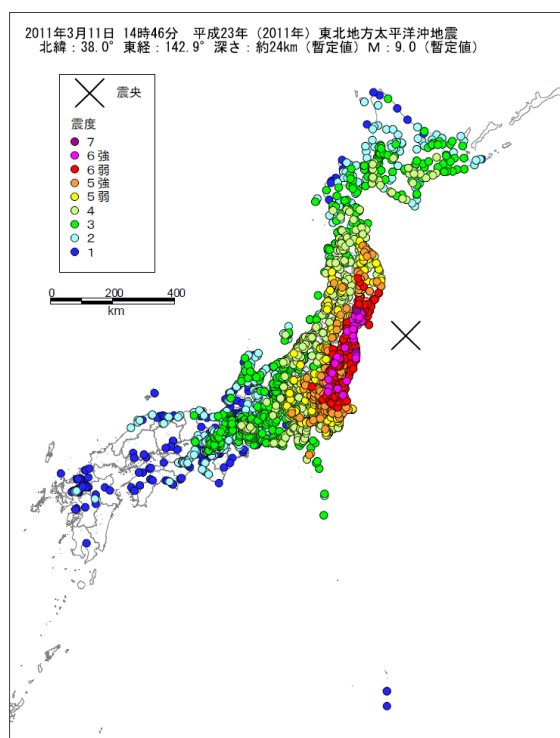
平成 23 年 3 月 11 日 14 時 46 分に発生した平成 23 年(2011 年)東北地方太平洋沖地震では、我が国の観測史上最大のモーメントマグニチュード 9.0 を記録し、電子基準点「牡鹿」で水平方向に約 530cm、上下方向に約 120cm の変動を最大に、東北・関東・甲信越地方の広い範囲で極めて大きな地殻変動が観測された。

この地震は岩手県、宮城県、福島県を中心とする東北地方から関東地方にかけての太平洋側に震度 6 弱以上の強震度を引き起こすとともに、東日本の太平洋側において最大高さ 9.3m 以上の大津波が観測され、その浸水面積は 561km² に及んだ。

【平成 23 年東北地方太平洋沖地震の概要】

発生日時	平成 23 年 3 月 11 日 14 時 46 分
震源地	三陸沖 (北緯 38 度 06.2 分、東経 142 度 51.6 分)
震源の深さ	24km
規模 (マグニチュード)	9.0 (モーメントマグニチュード)
最大震度	7 (宮城県栗原市)

図－3 東北地方太平洋沖地震の震度分布図

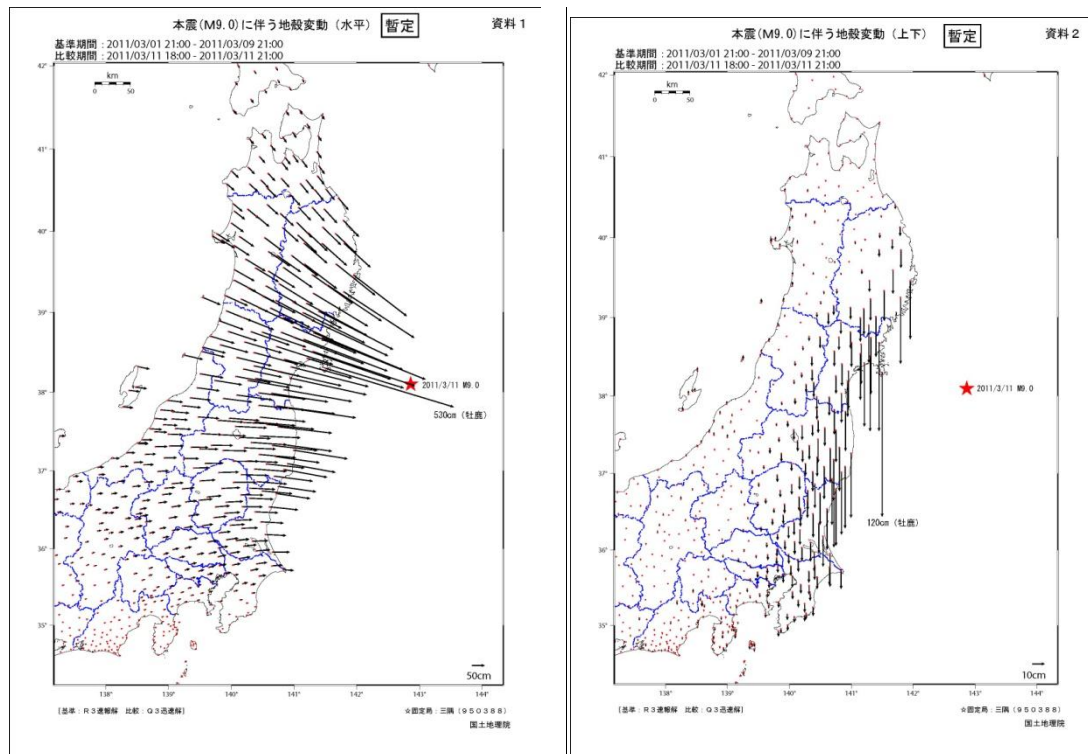


出典: 文部科学省地震調査研究推進本部ホームページ

平成 23 年 (2011 年) 東北地方太平洋沖地震に関する情報

http://www.jishin.go.jp/main/oshirase/20110311_sanriku-oki.htm

図-4 東北地方太平洋沖地震に伴う地殻変動（水平方向及び上下方向）



出典：国土交通省国土地理院ホームページ

<http://www.gsi.go.jp/chibankansi/chikakukansi40005.html>

県内では、震度4から6強の揺れが観測された。栃木県内の電子基準点の観測結果から、電子基準点「茂木」では、水平方向に80cmの移動、上下方向に14cmの沈下が観測された。

また、県内の地盤沈下が観測されている地域における電子基準点は「上三川」で水平方向に59cmの移動、上下方向に7cmの沈下が、また、「佐野」で水平方向に41cmの移動、上下方向に3cmの沈下が観測された。

県内の地盤沈下は、近年、沈静化の傾向にあり、年間の沈下量は最大で2cm程度であるため、今回の地震による地盤の変動に与えた影響は大きなものであったと推察される。

表－6 市町村ごとの地殻変動量（暫定）

基準期間 2011/03/01 12:00 - 2011/03/09 12:00 (UTC)

暫定

比較期間 2011/03/11 09:00 - 2011/03/11 12:00 (UTC)

県	市町村		水平 変化量 (m)	高さの 変化量 (m)	電子基準点名
栃木県	宇都宮市	海道町	0.66	-0.07	宇都宮
栃木県	栃木市	川原田町	0.66	-0.05	栃木
栃木県	佐野市	村上町	0.41	-0.03	佐野
栃木県	鹿沼市	縦山町	0.56	-0.03	鹿沼
栃木県	日光市	川俣	0.60	-0.03	栗山
栃木県	日光市	中小来川	0.56	-0.04	日光
栃木県	日光市	足尾町字横根	0.51	-0.03	足尾
栃木県	大田原市	若草	0.89	-0.08	大田原
栃木県	那須塩原市	中塩原	0.78	-0.06	塩原
栃木県	那須烏山市	大字谷浅見	0.87	-0.11	烏山
栃木県	上三川町	大字上蒲生	0.59	-0.07	上三川
栃木県	茂木町	大字坂井	0.80	-0.14	茂木
栃木県	塩谷町	大字玉生	0.71	-0.05	塩谷
栃木県	那須町	大字大島	0.99	-0.06	那須2
栃木県	那須町	大字伊王野	1.03	-0.10	那須

出典：国土交通省 国土地理院ホームページ

<http://www.gsi.go.jp/common/000059961.pdf>