

東日本被災地の廃棄物資源管理戦略

環境総合研究所 池田こみち

Environmental Research Institute Komichi Ikeda

Abstract

The earthquake and tsunami experienced on March 11, 2011, in the East Kanto Area of Japan were explained as an "unprecedented event" caused by triple disasters, including the nuclear power plant accident. Now that we have reached the six-month mark, it is time to establish a clear vision of reconstruction of the devastated communities. In this short article, a scenario and program focusing on waste management of the affected areas is proposed, based on lessons learned from past history of tsunami disasters in the Tohoku area and also from the case studies of community construction in coastal areas of foreign countries.

はじめに

東日本大震災・津波は、現代に生きる日本人がこれまでに経験したことのない規模、質の環境汚染をもたらした。発生から半年が過ぎ人々の関心は災害廃棄物（以降、単に瓦礫）の処理の問題に集まっている。国、事業者らは震災後、「想定外」という言葉で「千年に一度の自然災害」であることさらに強調し、それへの備えを怠ってきた責任逃れとする風潮が蔓延しているように思える。だが、それで済ませては2万余の命に報いることができない。

歴史をひもとけば、明治時代にも同規模の地震と津波が三陸地方を襲い、その後も幾度の地震、津波を経験してきた¹⁾。その意味で私たちが過去の災害から多くを学ばなかったことを深く反省しなければならない。本小論では、岩手・宮城・福島の被災三県への現地調査を踏まえ、主に瓦礫の処理に焦点を絞り、現状と課題を整理する。それを受け今後の対応策を提案したい。そこでは今こそ循環型・環境保全型社会の実現に向けた望ましい環境像（Vision）の共有化とその実現に向けた明確な方針（Scenario）、さらに具体的なプログラム(Program)など、いわば復興に向けてのグランドデザインの提示が求められている。

1. 被災3県の現地調査から分かったこと

震災から半年近くが経とうとしている平成23年8月末、私たちは三陸海岸被災地調査²⁾を行った。同地域には倒壊した建物、被災した建物の撤去も手つかずのものが多く、津波で潰れた車や船・海岸部のコンクリート建造物の撤去も終わっていなかった。

釜石湾口には北堤990m、南堤670mの2本から構成される巨大防波堤がある。湾口防波堤は最大水深63mの海底からケーソン工法により立ち上げたもので、2010年には「世界最大水深の防波堤としてギネスブックにより世界記録として認定されていた。



図1 破壊される前の釜石大堤防
出典：国土交通省、釜石港湾事務所

だが、東日本大震災に伴う津波によりケーソンが決壊、破損、水面に留まったのは北堤でわずか2割、南堤では半分という悲惨な状況であった。国交省の

港湾空港技術研究所は「湾口巨大防波堤が市街地での浸水を6分遅らせ、沿岸部の津波高を13mから実測7~9mに低減させたという効果」を試算しているが、事業当事者に近い試算であり、今後、第三者、とくに海外の専門家による事後評価が待たれる。というのも、津波による破壊により今後さらに巨額をかけ巨大防波堤を構築する可能性が否定できないからである。ちなみに、筆者らが現地調査の一環として行った釜石市民ヒアリング²⁾では、「あの巨大防波堤が無かったらもっと被害が大きくなった」という回答が返ってきた。第三者的立場からの検証もないまま、そのような情報がマスコミを通じ市民に流布されていた可能性も否定できない。仮に津波による浸水を6分遅らせる効果があったとして、それだけで1200億円もの巨費を投入した公共事業として妥当なとも言えるだろうか。市民の防災意識には、明らかに、巨大堤防があるから安心という心理が定着し、それが却って被害を大きくしていたかも知れないからである。

一方で、過去の経験に学び、高台に居を構えた人々は家屋の被害を免れているものの、臨海部の平地に集中していた中心市街地が壊滅し、まちの機能がすべて失われたため、そこでの生活は困難を極めている。地域の経済を担ってきた漁業関連産業が集積するエリアと暮らしを支える居住地域・文教地域・商業業務エリアが同じ臨海地域の平地に集中していたため被害が一層厳しいものとなっている。

海に面した中心市街地が壊滅した大槌町や陸前高田市の被害は大きく、死者の割合は実に、全人口の10%に迫ろうとしている。

2. 瓦礫の現状と課題

2.1 被災地における瓦礫の実態表1 三陸地域の被害状況：死者数とその割合

市町村	死者数	人口規模	死亡者割合
大槌町	1,450人	15,239人	9.5%
釜石市	1,180人	39,119人	3.0%
大船渡市	449人	40,643人	1.1%
陸前高田市	2,098人	23,164人	9.1%

注) 死者数には行方不明者も含む。人口規模は各自自治体とも2011年3月1日現在。

出典) 各自自治体のホームページから引用し割合を計算

瓦礫には、コンクリート片、建設廃材（木材等の建材）、プラスチック類、金属類、生ごみ（魚類、水産加工物等）、油類など多様なごみが含まれ、その多くは分別が困難なほど汚泥や海水で汚れている。そのため扱いが著しく困難である。環境省の調査によると、その大まかな内訳は、可燃ごみ（柱、壁、家具）23%、不燃ごみ（コンクリート等）66%、不燃ごみ（金属くず）2%、不燃ごみ（家電等）4%と報告されている。通常は一般廃棄物として処理される瓦礫だが、内容的には産廃の様相を呈している。加えて福島原発事故により広範囲に大量の放射性廃棄物も発生、下水処理汚泥や浄水発生土、焼却残渣（主灰、飛灰など）にも高濃度に濃縮された放射性物質が含まれていることが問題を複雑化している。

2.2 瓦礫の量と質

最初に、瓦礫の量を概観しておこう。被災三県（岩手・宮城・福島）の沿岸市町村について環境省が整理した推計量を見ると、8月30日現在で、2,320万トン（岩手県508万トン、宮城県1,584万トン、福島県228万トン）とされている³⁾。これに青森22万トン、茨城50万トン、千葉12万トンを加えると、実に2,400万トン超に達する。平成21年度の日本全体の一般廃棄物の年間排出量が4,625万トン⁴⁾なので、瓦礫量は全国の一般廃棄物年間排出量の1/2以上に相当する。海や川に流出した瓦礫、船、車、汚泥を加えるとその量は増加する。一方、質的側面で見ると、津波によって保管されていた各種農薬類、PCB含有製品類、重油・石油、ガソリンなどの燃料類、油類などが流出し、汚泥まみれ状態となっている。また海水に洗われ塩分を高濃度に含んでいる。倒壊した建物にはアスベストなどの有害物質が含まれる可能性も高い。こうした多種多様な汚染物質が付着し渾然一体となった災害廃棄物を通常の廃棄物と同様に処理処分することには極めて問題が多い。



図2 沿岸市町村の瓦礫推計量³⁾



図3 福島県内の災害廃棄物仮置き場から1m地点の放射線空間線量率 地域別最高値⁵⁾

環境省は学識経験者による安全評価検討会資料として瓦礫の放射能や仮置き場から1m離れた地点の空間線量率を測定している。だが膨大な瓦礫すべての放射性物質や汚染物質を測定するのは困難である。図-2及び図-3は、環境省が測定を行ったデータの一部である。同調査から放射能レベルを見ると木質系廃棄物では1,200Bq/kg、瓦では3,300Bq/kg、コンクリート系廃棄物についても1,500Bq/kgが検出されている⁵⁾。

そればかりでなく、実際に、津波で押し寄せた汚泥には海底に溜まっていた高濃度の砒素が検出されているという（東北大学大学院調査）。

2.3 瓦礫処理の現状と課題

震災から5ヶ月余が経過した8月末、環境省は、東日本大震災で津波被害が大きかった被災3県の沿岸部のうち福島第1原発の警戒区域を除いた地域で、住宅地周辺の震災瓦礫の仮置き場への撤去が、政府の目標通り8月末でほぼ終了し、住宅地周辺以外も含めた瓦礫仮置き場への搬入量は全体の52%に達したと発表した⁶⁾。しかし、筆者らが被災3県で行った現地調査では、多くの地域で被災建物は手つかずのまま残り陸に乗り上げた船、たたきつけられた車が放置され、分別不能の瓦礫の山が各所に積み上げられ風雨にさらされていた。

環境省は早期の段階から膨大な量が見込まれる瓦礫処理について全国自治体や民間事業者に対し「広域処理」の協力を求めてきた。政府はこれまでに協力の申し出があった41都道府県の346市町村と176の一部事務組合などとの間で廃棄物の種類や量などの調査を進め、貨物列車や船舶などを用いた大量搬送法を検証し、被災地と受け入れ先との自治体間の調整を行うとしている。しかし思惑通りには進

んでいない。現状では被災3県以外の受け入れ焼却可能量は年間約三百万トンに満たない⁴⁾。

瓦礫処理では、片付け・掘り起こし—粗分別—仮置き場への搬入—細分別—運搬—中間処理（破碎・圧縮・焼却など）—運搬—処分（埋立・保管/管理）—モニタリング・監視といった一連の作業が必要となり、従来の廃棄物処理ではかえって問題を複雑にしてしまう。そこでの主な課題は以下の通りである。

①経済面から

- ・瓦礫の細分別には膨大な時間と労力を要する。
- ・広域処理のための運搬コストは膨大なものとなる。
- ・受入先の焼却可能量は少なく、通常廃棄物に瓦礫を一定量混ぜ焼却するには膨大な時間がかかる。
- ・長期間の監視やモニタリングにも費用がかかる。
- ・既存設備への負荷が大きく維持管理費が増える。
- ・リサイクル製品の安全性評価にもコストがかかり事実上リサイクルが見込めない。

②技術面から

- ・汚染を含む瓦礫の焼却に伴い未規制有害物質が大気中に拡散する可能性がある。
- ・放射性物質を含む廃棄物焼却は検証が不十分であり、バグフィルタ、電気集塵機、排煙脱硝装置、洗煙装置による放射性物質の除去の効果や安全性の検証が行われていない。
- ・埋立処分についても地下水や周辺環境への有害物質の浸出や流出が危惧される。
- ・放射性廃棄物の処理に伴う各段階での安全性評価については、検証が不十分である。

③社会面から

- ・地元住民の市民感情への配慮が不足しており、不安を払拭できていないため、受け入れ自治体の地元住民との合意形成が困難である。
- ・処理方法に関する政府の意思決定プロセスは著しく透明性を欠いている。

3. 瓦礫焼却処理の問題点

3.1 焼却大国日本の実態

日本は世界に類例を見ないごみの焼却大国である。温暖化問題が叫ばれてからは、ごみ焼却施設における高効率発電を推奨するとの考えから、国から施設整備に補助金や交付金が支給されてきた。また、最終処分場の逼迫・新規立地の困難性を背景に、益々焼却と熔融への依存を高めている。一般廃棄物の焼却施設数は全国で1300余にもものぼっている。また、

数だけでなくダイオキシン問題への対応から、この間、焼却炉の広域大型化、高度化を進めてきた結果、ごみの減量化が進む一方で焼却施設の処理能力はかなりの余力があることも事実である。だが、現行法下では、廃棄物焼却施設に対する排ガス規制項目はばいじん、硫黄酸化物、窒素酸化物、塩化水素、ダイオキシン類の5項目に過ぎず、EUでは早くから規制されている重金属類の規制すら行われていない。ましてや瓦礫に多く含まれると思われるPAH類(多環芳香族炭化水素類)や放射性物質などの監視や規制の制度はない。かかる法制度の欠陥を見ると、膨大な量の瓦礫を通常の一般廃棄物に混ぜ焼却し、残渣の灰を埋立処分する方法には合理性がない。

3.2 必要性の検証：焼却処理はどうしても必要か

災害廃棄物が発生した被災3県を中心とする沿岸部は津波によって臨海部が著しい被害を受け、早急に防災を考慮した本格的な復興を進める必要がある。一方で膨大な量の災害廃棄物の処理が既存の焼却施設や処分場では到底まかないきれない。そうした中で、廃棄物の処理と沿岸域の防潮堤や防波堤の構築を一体的に考えることもひとつの方法である。堤防等の構築は国土交通省、廃棄物行政の所管は環境省、自治体で出たごみの処理は基礎自治体の自治事務であるとして自治体に任せるといった縦割りの発想に基づく処理方針では費用面からも技術面からもすさまじく突き当たる。ましてや、福島第一原発爆発に伴う放射性物質はすでに200km以上も離れた地域においても土壌や稲藁、茶葉、木々を汚染し、東京のごみ焼却灰からも高濃度の放射性物質が検出されている。被災地のごみを全国に輸送し焼却し、放射性物質が濃縮されている灰を新たに作り出しそれを埋立処分するという方法には説得力がない。

3.3 妥当性と意思決定の正当性の検証

災害廃棄物の可燃ごみに加えて、原発事故以降、広い地域で日々検出され続ける放射性物質を含む下水汚泥も焼却処理の対象となっている。さらには、焼却灰や飛灰などの処理処分、除染によって排出される放射性物質で汚染された土壌や植物等の処理も併せて考えると、廃棄物の処理費用だけでも数兆円に上るとされている。経済的な側面については紙面の都合もあり、本稿では深くは触れないが、処理代替案ごとの費用対効果の検討を行う必要がある。

一方、環境面からは既に指摘したように瓦礫物の広域処理が環境汚染を拡大・拡散・先送りするとい

う課題がある。そうした中、環境省は、2011年5月15日に「災害廃棄物安全評価検討会」として環境法や環境科学、医学、原子力工学などの研究者7名からなる検討会を設置、9月末までに7回の会合を開催した。その上で環境省が提案する放射性廃棄物の焼却処理と処分に「お墨付き」を与え、方針として発表した。だが、この検討会は非公開で議事録すら公表しないきわめて閉鎖的なものであり、最も重要視される政策立案の意思決定の透明性がまったく確保されていない。その背景には、狭小な国土に54基もの原発を設置してきたにもかかわらず、現行の廃掃法(廃棄物の処理及び清掃に関する法律)では放射性廃棄物の規定がなく、また経済産業省所管の「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」でも、原発敷地外の放射性廃棄物の規定はなく、監視や汚染物の除染、処理・処分について何の準備もなかったことがある。すなわち泥縄的に順次、「暫定規制値」、「暫定基準値」、「当面の方針」などを定めることで環境行政が基礎自治体や国民の信頼を失ったのである。実際、第3回検討会では「福島県内の災害廃棄物処理の方針」を了承、放射性物質を含む廃棄物を一般廃棄物焼却施設で焼却することも容認、8月10日の第5回では「災害廃棄物の広域委処理の推進について」を了承し、9月25日の第7回検討会で10万Bq/kgを超える放射性セシウムを含む焼却灰などについて、管理型処分場に埋め立てることを容認する方針で一致した。これらの方針は、進まない災害廃棄物や放射能汚染瓦礫の処理に行き詰まる自治体の苦悩を「ごみ処理」として前に進めようとするものではあるが、それぞれの方針が技術的、科学的に安全なものであるかどうか、その妥当性について第三者的な検証・実証を経ていない点で大きな禍根を残している。いずれにせよ、議事録すら公表されていないことから、焼却炉や処分場周辺住民を納得させるだけの議論が行われたのかも定かではない。ここで言えることは、安易に焼却すれば間違いなく高濃度に放射性物質が濃縮された焼却灰や飛灰が全国に拡散することである。たとえば、釜石市など3市2町(釜石市、大船渡市、陸前高田市、大槌町、住田町)で構成される岩手沿岸南部広域環境組合は、2010年末に公設民営方式で建設した新しい清掃工場において、新日鐵を中心とする受注事業者との間で建設費と今後15年の維持管理を含め194億円もの契約を済ませており、周辺5市町の災

害廃棄物を広域処理施設で焼却処理することを決定したが、果たして同地域の膨大な瓦礫の処理をガス化溶融炉に委ねてよいのか疑問である²⁾。

4. <提案>瓦礫処理と災害復興の一体化

過去における津波被害資料を調査すると、1896年（明治29年）の三陸海岸に押し寄せた津波の規模、被害、対応について貴重な資料¹⁾があった。同資料には現在の三陸海岸の集落単位で東日本大震災・津波の規模、影響、被害、対応のデータが示されており、比較評価に大変参考になる。重要なことは、被害の規模及び波高から両者を比較すると、ほぼ同規模であったことだ。三陸地域の人々は、明治三陸津波でも2万人以上の命、家屋、村々が失われる経験をして高台に移住した。昭和三陸地震も経験し地震の時には津波がくることを前提に、なにはともあれ各人が自主的に高台に逃げることなどを言い伝え生活の知恵として生きてきた。だが、戦後日本は50余年にわたり経済成長を一義とし、自然を鉄とコンクリートで征服するかの開発政策を推し進めてきた。その一例が上述の釜石市の湾口防潮堤だった。また釜石市唐丹町小白浜や大槌町など三陸の大部分の港港湾部で、小規模とはいえ、海に面する低地の住宅を守るため巨大なコンクリート構造物が築かれた。だが、今回の津波によってそれら臨海部、湾口部の堤防はことごとく破壊され、背後の住宅を守れなかった。まさに、巨大堤防は原発同様に地域住民に安全神話を植え付け、明治大津波の経験や知恵は次第に人々の頭や心から失われていったのではない

か。高台に住まいを移した人々も、次第に職場への通勤や買い物に便利な低地、海辺へと降り生活するようになったと考えられる。つまり、津波による被災経験がまちづくりに生かされてこなかったことが今回の被害をさらに大きくしたのである。

日本は世界でもっとも地震が多発する地域にある島国で、平地は少なく臨海部には漁業や工業など地域を担う産業が多く集積している。そうした国土で、百年に一回の頻度で起こる可能性のある巨大地震・津波からどう街を守ればよいのか。明らかに原発の立地には不適であることは言うまでもないが、国土保全のあり方として、コンクリート構造物のみに過度に依存して街を守るには限界がある。環境特性を理解した上で、土地利用規制を徹底し、自然と共生した国土造りや街づくりこそ必要である。瓦礫についても通常の処理処分方法で、汚染された廃棄物を全国に拡散し、管理を自治体に任せてしまえば将来の環境汚染を回避する上での責任を果たせない。

諸外国に目を向ければ、学ぶべき多くの先進事例や工夫がある。国土の大半を埋め立て地で作ったオランダでは、北海に面する広大な臨海部を二重の防潮堤で保護しながら、景観や町並みに配慮し、かつ利便性の高い快適なまちづくりを進めている。イタリアのソレント半島やアマルフィ海岸の崖に張り付くように点在する漁村の多くでは、臨海部には漁業関連の施設を配置し、住宅や学校、公共施設などは崖の上に集中させ職住分離を図っている²⁾。

ゼロ・ウェイスト政策を推進するカナダのノバスコシア州では、主要産業である漁業や観光を守るため、ごみ処理によって環境を汚染させない方策を市民参加で推進し成果を収めている。3RプラスC

(Reduce, Reuse, and Recycle plus Composting)を徹底することによって脱焼却を実現し、ごみ処理に伴うコスト、環境負荷を削減するとともに雇用の創出、環境保全型産業の振興を図っている。日本のように、国が主導して全国一律に焼却や溶融を推進しハイテク、高コスト、高負荷型のごみ処理を進めているのとは正反対のアプローチである。

本稿では、上記を踏まえ、津波対策を考慮した瓦礫処理として大胆な廃棄物資源戦略を提案したい。すなわち、この重要課題について、瓦礫処理と関連させ、海岸側に20～30mの防波堤（防潮堤）を構築する政策提言である。この政策提言は、欧州諸外国における実例をもとに、日本の廃棄物処理法、沿岸

表2 調査対象地域別津波犠牲者比較(推計未了)

	津波被害者数		明治三陸津波の規模	
	2011年	1896年	最高波高	平均波高
	東日本大震災津波報告値(人)*1	明治三陸津波推定値(人)	(m)	(m)
大槌町	1,450	900	8.85	5.67
釜石市	1,180	8,181	14.6	11.9
大船渡市	449	3,143	26.13	11.16
陸前高田市	2,098	845	32.6	8.5
気仙沼市	1,411	1,467	21.5	7.32
合計	6,588	14,536		

出典：環境総合研究所(東京都品川区)

注) *1 被害者数は2011年8月下旬の各自治体の報告

法など現行法とも齟齬がない形で構築が可能であり、費用対効果にも優れた方法であると考えている。それは沿岸域の陸側最先端部分に、コンクリート構造物で管理型処分場に類する堰堤、防波堤型の処分場をつくることである。

以下は、提案する防波堤型の瓦礫処理の概念図である。住宅地については、山間部を開発すれば、山林のもつ保水力を失うと共に自然破壊となるので、できるだけ新たな自然破壊はせず、ある程度高層の建物に居住し、水産業、漁業などの産業活動、関連施設のみを臨海部に建設するようなプランが望ましい。高台の平地がない地域については、海岸部に基礎の強固な高層住宅を建設し、3階までは公共的なスペースとして居住空間をつくらないようにする。周辺に得られた空地では、農園や花壇、公園、駐車場などを確保し、快適な住環境を創造するといった工夫も可能である。何よりも、災害廃棄物はその地域ごとに破壊された臨海部の堤防の構築に際してその処理を同時に行っていくことが費用対効果からも望ましい。処分場の上には、表土をかぶせ低木などを植える。当然、時間がたてば表土は沈降、沈下する。福島県の場合には、遮断型として管理型処分場の上にコンクリートの蓋を付ける。

福島県内の海岸では、放射性物質を含む土砂、瓦礫が多くなるので、遮断型とすれば万全である。また瓦礫はこの処分場に処分するのではなく、分別、仮置き、将来、リサイクルなりリユースできるものはすればよい。こうすることで、ほとんど瓦礫類を遠隔地に運ぶ必要も、燃やす必要もなくなる。環境汚染は通常の管理型処分場と同じであるから、2次処理まですれば排水を公共用水域に流すことも可能である。ただし、福島県の場合には放射性物質を含む瓦礫となる可能性が大なので、遮断型とし内部に雨水、海水が入り込まないような構造とし、放射性物質を含む排水が外部に出ない構造とする必要がある。

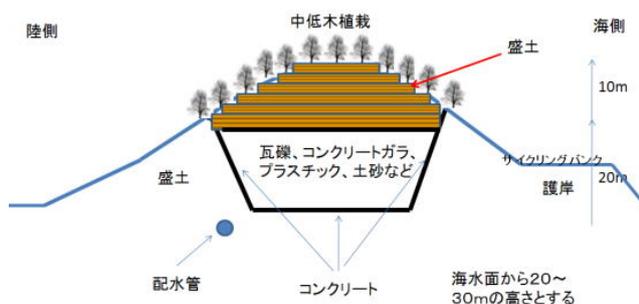


図4 防波堤一体型がれき処理の概念図

一方、宮城県、岩手県など放射性物質を含む瓦礫が少ない場合は、コンクリート構造の管理型処分場としコンクリートの蓋を付けない場合は、2次処理まで可能な水処理施設を50～100m間隔で設ける。コンクリート構造物は汚染水の重力浸透を防ぐので水処理装置を常時モニタリングしながら監視すれば汚染の問題は深刻にならない。10年以上経ったら、小高い古墳状の緑地でありスーパー堤防となる。もちろん、この場合には、その内側の平地でまちづくりが可能となるので、新たに山を削ったり造成したりする必要もない。この方式のヒントは、北イタリア・ミラノ北部のセベソにある。またスーパー堤防はオランダのペッテンやデンフェルダー地方にある。今回の震災復興に向けたランドデザインは、復興のための各種のインフラ整備などのために巨額の費用負担を伴うものであり、ここで間違えると将来に大きな禍根を残すことになる。さらに平地にまちを復興する場合、再度大きな津波がきた場合どう物理的に対応するかという大きな課題がある。

さいごに

東日本大震災は、まさに日本人にパラダイムの転換を求める契機となった。関東大震災後に設置された建設省復興局を超える役割を期待される復興庁は、幅広い層からの提案を柔軟に受け入れ、既存の枠組みにとらわれないスピーディかつ有効な廃棄物処理と防災まちづくりを一体的に進めてほしい。

<引用・参考文献>

- 1) 明治大学 建築史・建築論研究室著、「三陸海岸の集落災害と再生：1896, 1933, 1960」報告
- 2) 青山貞一、池田こみち、三陸海岸 津波被災地 現地調査報告①～⑩、環境総合研究所自主調査報告書、E-wave Tokyo、2011年9月
- 3) 環境省公表資料、沿岸市町村の災害廃棄物処理の進捗状況 平成23年8月30日
- 4) 環境省、平成23年3月4日発表、一般廃棄物の排出及び処理状況等について
- 5) 福島県内の仮置き場における災害廃棄物の放射線モニタリング調査結果の公表について、平成23年5月17日 環境省より環境総合研究所が作成
- 6) 環境省8月31日発表、東京新聞2011年9月1日
- 7) 環境省5月19日発表、産経ニュース2011年5月20日